

Estudo de Análise de Risco (EAR)

ÂMBAR CANDIOTA ENERGIA S.A. (UTE-Candiota)



Candiota, RS



ÍNDICE DE REVISÕES

REVISÃO	DESCRIÇÃO			
0	Para comentários do cliente.			
1	Emissão inicial			
	REV.0	REV.1	REV.2	REV.3
DATA	30/04/2026	07/05/2026		
PROJETO	26-0008/SI	26-0008/SI		
EXECUÇÃO	Equipe técnica	Equipe técnica		
APROVAÇÃO	Cliente	Cliente		
As informações deste documento são de propriedade da INERCO do Brasil e da ÂMBAR ENERGIA, sendo proibida a sua utilização para outras finalidades e sem a autorização prévia e expressa dos proprietários.				

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS.....	3
3	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E DO SEU ENTORNO	4
3.1	Dados da região ao entorno do empreendimento.....	2
3.2	Dados Socioeconômicos	3
3.3	Descrição do Processo de Produção.....	4
3.4	Regime de trabalho	18
3.5	Características Físico-Químicas e Propriedades dos Produtos Movimentados	18
3.6	Incompatibilidade entre Produtos Químicos.....	21
3.7	Características populacionais.....	22
3.8	Características Climáticas e Meteorológicas	25
3.9	Análise Histórica de Acidentes (AHA)	28
4	IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS.....	30
4.1	Consolidação das hipóteses acidentais	37
5	ESTIMATIVA DOS EFEITOS FÍSICOS E AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE.....	45
5.1	Fenômenos estudados.....	45
5.2	Premissas dos modelos de simulação de consequências.....	47
5.3	Dados de entrada das hipóteses acidentais.....	52
5.4	Resultados das simulações.....	77
5.5	Análise de vulnerabilidade	101

5.6	Efeito dominó	114
6	ESTIMATIVA DAS FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIA.....	119
6.1	Árvores de eventos	136
7	ESTIMATIVA E AVALIAÇÃO DE RISCOS	147
7.1	Risco social	147
7.2	Risco individual.....	149
7.3	Risco Ambiental	153
8	CONCLUSÕES	172
9	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	174
10	EQUIPE TÉCNICA.....	175
	ANEXOS.....	176

ANEXOS

ANEXO I – IMAGEM DE SATÉLITE

ANEXO II - FLUXOGRAMAS DE ENGENHARIA

ANEXO III - FISPQS

ANEXO IV – BASE DE DADOS METEOROLÓGICOS

ANEXO V - PLANILHAS DE APR

ANEXO VI - LISTA DE PRESENÇA APR

ANEXO VII – MAPEAMENTO DAS VULNERABILIDADES

ANEXO VIII – RESULTADOS DA SIMULAÇÕES DAS CONSEQUÊNCIAS (PHAST)

ANEXO IX – EFEITO DOMINÓ

ANEXO X – CÁLCULO DAS FREQUÊNCIAS

ANEXO XI – DETALHAMENTO DO RISCO SOCIAL

ANEXO XII – INCOMPATIBILIDADE ENTRE PRODUTOS QUÍMICOS

ANEXO XIII – ANÁLISE HISTORICA DE ACIDENTES (AHA)

ANEXO XIV - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

ANEXO XV - MATRIZ DE OCUPAÇÃO HUMANA E PONTOS NOTÁVEIS

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório contempla o Estudo de Análise de Riscos (EAR) das operações desenvolvidas nas instalações da Usina Termelétrica Presidente Médici, localizada no município de Candiota, estado do Rio Grande do Sul, cuja atividade consiste na geração termoelétrica de energia a partir do uso do carvão mineral como combustível principal.

Candiota II é composta pelas Fases A e B. A Fase A da Usina, com duas unidades de 63 MW cada, foi inaugurada em 1974 quando foi integrada no Sistema Interligado Brasileiro. No final de 1986 entrou em operação a Fase B com duas unidades de 160 MW cada, totalizando 446 MW instalados.

Candiota III (Fase C) começou a operar no início de 2011 e é constituída de uma unidade de geração de energia termelétrica a carvão mineral, com caldeira de circulação natural à pressão subcrítica e conjunto turbo-alternador com a capacidade de 350 MW, com consumo de 1,6 milhões de toneladas anuais de carvão mineral.

O Estudo de Análise de Riscos foi elaborado conforme os requisitos preconizados no Termo de Referência da Coordenação Geral de Emergências Ambientais - CGEMA, ANEXO I e II do Parecer Nº 27/2025/SEPREV/CPREV/CENEAC/DIPRO, que estabelece os procedimentos e critérios mínimos para concepção do Estudo de Análise de Risco, Plano de Ação de Emergência (PAE) e Programa de Gerenciamento de Risco (PGR), instrumentos que subsidiarão a renovação do licenciamento ambiental da Usina Termelétrica (UTE) Candiota perante o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

A apresentação do PAE e do PGR está condicionada à apreciação e aprovação do EAR, por parte do referido Instituto.

Em consonância com a legislação de interesse sugerida no Termo de Referência, foram relevantes para a concepção do Estudo:

- Decreto Nº 4.085, de 15 de janeiro de 2002 que promulga a Convenção Nº 174 da OIT e a Recomendação Nº 181 do Decreto Legislativo Nº 246 de 2001 que dispõe sobre as medidas para prevenção de acidentes industriais maiores que envolvam substâncias perigosas e limitação das consequências desses acidentes;
- Norma Técnica P4.261, 2ª edição dez/2011, Risco de Acidente de Origem Tecnológica – Método para decisão e termos de referência, da CETESB, como mostrado na Figura 1.
- Resolução CONAMA 398/2008: dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo e orienta a sua elaboração.

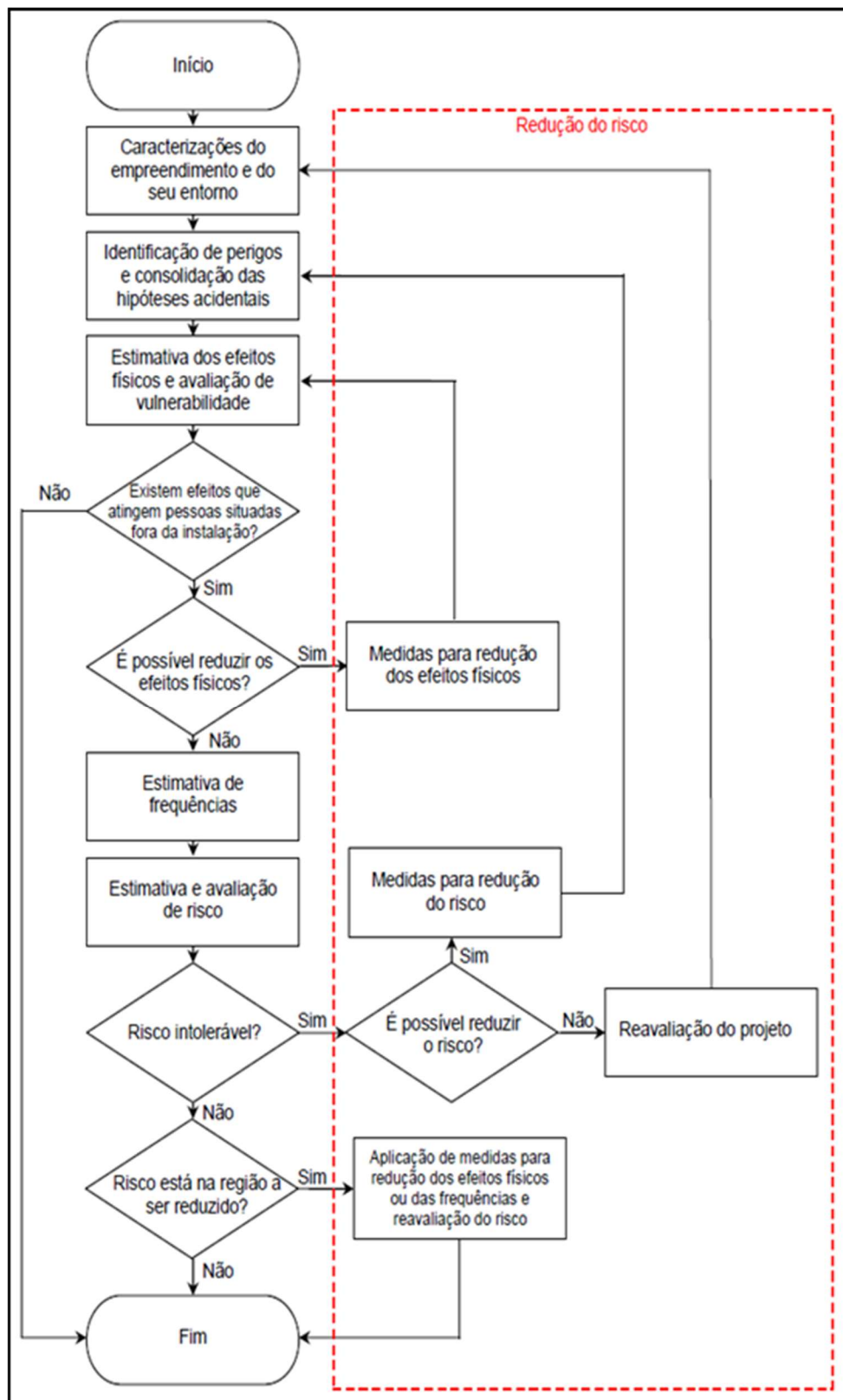


Figura 1 Etapas de elaboração de um estudo de riscos para empreendimentos pontuais

Fonte: CETESB, 2011

2 OBJETIVOS

O objetivo do Estudo de Análise de Riscos é identificar os riscos associados a operação da Usina Termelétrica Candiota e seus possíveis danos as pessoas e ao meio ambiente, incluindo a população circunvizinha a instalação.

Foram objeto do Estudo: as unidades e sistemas que armazenam substâncias líquidas ou gasosas, classificadas como inflamáveis e/ou tóxicas, e cujas condições de processo possam provocar o vazamento dessas substâncias ou aumento de pressão com consequente explosão de equipamentos e/ou recipientes.

A fim de rastrear os perigos inerentes as unidades e sistemas avaliados, estimar os efeitos físicos adversos (radiação térmica, sobrepressão e/ou toxicidade), definir as áreas vulneráveis para as hipóteses acidentais mais críticas, passíveis de dimensionamento e quantificação do Risco Social e do Risco Individual, foram empregadas técnicas e metodologias qualitativas e quantitativas de análise de risco.

Inicialmente, foi realizada uma Análise Preliminar de Risco (APR), precedida de Análise Histórica de Acidentes (AHA).

A AHA foi elaborada com a finalidade de fundamentar as frequências estimadas e a definição das tipologias acidentais prováveis.

Na APR, das hipóteses acidentais identificadas, aquelas classificadas quanto a severidade das consequências como crítica e catastrófica foram selecionadas e submetidas a modelagem matemática. Após Análise de Vulnerabilidade prosseguiu-se com Análise Quantitativa dos Riscos (AQR) através dos indicadores de Risco Social e Risco Individual.

A AQR tem como objetivo avaliar a abordagem das técnicas qualitativas empregadas durante a concepção do Estudo de Risco. Com foco em segurança de processo, proporciona uma visão do desempenho global das operações, viabilizando a identificação de lacunas ou necessidade de melhorias e, quando necessário, ações efetivas para reduzir a frequência de incidência dos eventos indesejáveis e/ou a mitigação da magnitude de suas possíveis consequências.

Ademais, este Estudo visa atender as exigências do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA para a renovação da Licença de Operação da atividade.

3 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E DO SEU ENTORNO

A UTE Candiota encontra-se instalada em uma área de 61 hectares localizada no município de Candiota, estado do Rio Grande do Sul.

Neste capítulo são apresentadas informações básicas, tais como: descrição das instalações, dados meteorológicos da região e distribuição populacional da região circunvizinha para o presente trabalho relativo à Usina Termelétrica Presidente Médici UPME (Fases A e B) e Usina Termelétrica Candiota III (Fase C).

Para a realização da análise de riscos, é fundamental o conhecimento das instalações, das suas fronteiras, das interdependências entre os sistemas, do inventário e das condições dos materiais envolvidos.

A Seção 3.3 contém uma descrição sumária das instalações e dos sistemas de segurança. A distribuição populacional da região circunvizinha é apresentada na Seção 3,7. Já na Seção 3.8 são apresentados os dados meteorológicos da região, utilizados nos cálculos de dispersão atmosférica necessários para a avaliação das áreas vulneráveis.

A distribuição populacional é importante para a estimativa dos riscos associados às instalações, pois o risco associado a uma planta situada numa região densamente povoada tende a ser significativamente maior que o risco associado a essa mesma instalação situada numa região de baixa densidade demográfica. Já, as condições meteorológicas podem ter grande influência sobre a extensão atingida pela dispersão das emissões gasosas.

Mas, conforme será demonstrado, os eventos acidentais representativos das operações das Fases A, B e C não gerariam efeitos físicos com potencial de letalidade fora das instalações.



Figura 2 Foto da Usina Termoelétrica de Candiota

Fonte: Candiota, 2026.

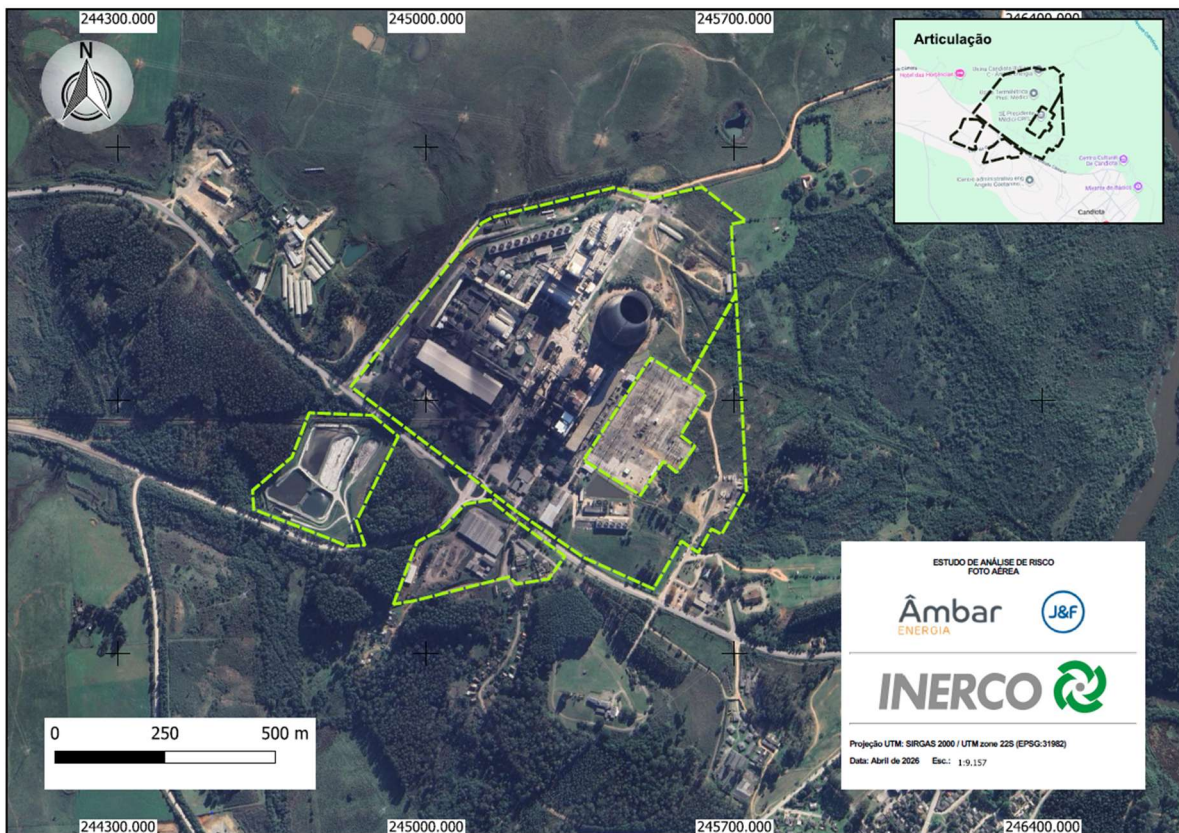


Figura 3 Foto aérea da UTE de Candiota

Fonte: INERCO, 2026.

A configuração da área da usina é apresentada na Figura 4 e no Anexo XV - Matriz de ocupação Humana e pontos notáveis, inclui as seguintes instalações: Chaminé (Fase C; também presente nas Fases A e B), Fornalha / Caldeira 1 (Fase A), Fornalha / Caldeira 2 (Fase A), Fornalha / Caldeira 3 (Fase B), Fornalha / Caldeira 4 (Fase B), Prédio do controle central (Fase C), Controle central / Casa de máquinas (Fases A e B), Casa de máquinas (Fase C), Torre de resfriamento (Fase B), Pátio coberto de carvão, Tanque de óleo combustível (5 000 m³), Almoxarifado, Área de produção e estocagem de hidrogênio.



Figura 4 Pontos Notáveis da UTE de Candiota

Fonte: INERCO, 2026.

A Usina Termelétrica Candiota III (Fase C) consiste em uma unidade de geração de energia a carvão mineral equipada com caldeira de circulação natural em regime subcrítico e conjunto turbo-alternador com capacidade nominal de 350 MW, estimando-se um consumo anual de aproximadamente 1,6 milhões de toneladas de carvão mineral. Implantada no município de Candiota, Estado do Rio Grande do Sul, a Fase C situa-se a cerca de 400 km de Porto Alegre, em altitude de 229 m, e integra-se fisicamente à Usina Presidente Médici (UPME), onde já operam as Fases A (2 × 63 MW) e B (2 × 160 MW); com a entrada em operação da Fase C, a potência instalada total do Complexo Termelétrico de Candiota alcança 796 MW.

O arranjo físico da Fase C ocupa uma área remanescente de propriedade da Âmbor, localizada a noroeste da UPME, configurando-se como uma extensão desta. A área destinada ao empreendimento é alongada, estreita e relativamente plana, com cerca de 21,5 hectares; observa-se uma diferença de cota de 10 metros entre as porções oeste e leste na vizinhança da torre seca de resfriamento por circulação natural de ar. A imagem de satélite apresentada no ANEXO I – Imagem de satélite ilustra a região adjacente à UTE. Na concepção do projeto buscou-se a máxima racionalização das instalações e a harmonização com as estruturas existentes, considerando acessos, medidas de proteção contra incêndio, captação de água e a direção predominante dos ventos.

Diversas infraestruturas das Fases A e B são compartilhadas com a Fase C, o que reduz custos de implantação e operação; entre os sistemas comuns destacam-se o sistema de vapor auxiliar, a correia transportadora de carvão desde a mina, o pátio de carvão, a planta de produção de hidrogênio, laboratórios, a malha viária e acessos, almoxarifado, refeitórios, oficinas e escritórios administrativos. Figura 3 apresenta uma vista do sítio com a identificação das áreas da Fase C: em amarelo a área da usina, em verde a conexão com a subestação (linha de 300 m, 230 kV) e em vermelho a bacia de emergência destinada ao tratamento final de efluentes pluviais. Toda a infraestrutura de apoio originalmente construída pela CEEE e atualmente de propriedade da Âmbor foi aproveitada para o empreendimento e instalações de suporte.

O acesso rodoviário principal à usina se dá pela BR-293, a 13 km, estando a 200 km do porto de Rio Grande (leste) e a 40 km da cidade de Bagé (oeste). A ferrovia Bagé–Pelotas passa a aproximadamente 9 km ao norte, e existe uma pista de pouso situada a 6 km ao norte, classificada como 2B. A e operando em condição VFR; segundo a regulamentação aplicável, a implantação de uma chaminé com 200 m de altura não interfere nas rotas de voo ou na operação da pista.

O carvão utilizado pela Fase C, assim como pelas Fases A e B, é fornecido pela Companhia Riograndense de Mineração (CRM) e transportado até a usina por meio da correia transportadora existente, desde a estação de britagem. O pátio de carvão, previamente existente, recebeu melhorias ambientais para permitir o uso compartilhado entre as três fases. A água de processo é captada no arroio Candiota e armazenada na Barragem II, cuja capacidade é de 16 milhões de metros cúbicos, assegurando uma vazão regularizada mínima de 1 m³/s em condições de estiagem; a Âmbar detém outorga de uso hídrico para essa captação, conforme Resolução ANA nº 450, de 23 de outubro de 2006.

O sistema de refrigeração do condensador da Fase C é do tipo torre úmida com tiragem forçada de ar, e a água de reposição da caldeira é tratada por desmineralização em trocadores iônicos, compostos por leitos catiônico, aniônico e de leito misto. A extração da cinza pesada (bottom ash) é realizada por um sistema mecânico com raspador submerso (Submerged Scraper Conveyor – SSC), que conduz a cinza para um silo específico, de onde é descarregada e transportada por caminhão até a cava de mineração. As cinzas leves são manejadas por transporte pneumático até silos e, posteriormente, destinadas à comercialização ou à disposição na mina; quando destinadas à cava, as cinzas leves são umedecidas com o efluente da descarga da torre de refrigeração.

A combustão do carvão na Fase C é do tipo tangencial, de queima direta, empregando queimadores de baixa emissão de NO_x para atender aos limites de emissão estabelecidos. Os gases de combustão são tratados por um sistema composto por um pré-coletor (Precipitador Eletrostático 1 – ESP1) e por um sistema de dessulfurização a seco (Circulation Fluid Bed – Fuel Gas Dessulfurization – CFB/FGD) integrado ao Precipitador Eletrostático 2 (ESP2), de modo a garantir emissões de dióxido de enxofre e material particulado inferiores aos limites regulamentares. Para favorecer a dispersão atmosférica das emissões, foi prevista a instalação de uma chaminé com 200 m de altura. A Figura 4 indica os pontos notáveis da UTE Candiota III (Fase C) e da UPME (Fases A e B).

3.1 Dados da região ao entorno do empreendimento

Candiota (RS) é um município do bioma Pampa com ≈11.012 habitantes (estimativa 2025) e 933,628 km², relevo predominantemente plano a ondulado, drenado pelo Arroio Candiota e afluentes, e economia fortemente marcada pela mineração de carvão e geração termelétrica. Fontes principais: IBGE, Embrapa, estudos geomorfológicos e órgãos estaduais.

Candiota nasceu como povoado ligado à exploração do carvão no século XIX, quando as jazidas locais atraíram trabalhadores e investimentos; ao longo do século XX o município cresceu com a expansão da mineração e a instalação de usinas termelétricas, que moldaram sua economia e infraestrutura. Tentativas de autonomia ocorreram já nas décadas anteriores, mas a emancipação política só se concretizou em 20 de março de 1992, quando Candiota tornou-se município independente, passando a gerir suas próprias receitas e políticas públicas; desde então a cidade convive com os benefícios econômicos da atividade carbonífera e os desafios socioambientais e de saúde pública decorrentes dessa vocação produtiva.

O município situa-se no domínio do Pampa gaúcho, caracterizado por campos naturais com formas de relevo planas a suavemente onduladas e morros residuais associados a afloramentos geológicos. As altitudes variam localmente, com trechos mais baixos e elevações isoladas; a topografia favorece atividades agropecuárias e a implantação de infraestrutura mineral e energética. Estudos regionais descrevem unidades geomorfológicas do Pampa e mapeamentos digitais que confirmam a predominância de relevo de baixa declividade.

A drenagem municipal é dominada pelo Arroio Candiota e sua rede de afluentes, com regime influenciado pelo clima do Sul e uso do solo. Recursos hídricos locais são utilizados para abastecimento industrial e reposição de processos (reservatórios regionais). A gestão da bacia exige atenção a sedimentos e qualidade da água, especialmente em áreas impactadas por mineração e termelétricas.

3.2 Dados Socioeconômicos

Segundo o IBGE, população 10.710 (Censo 2022) e estimativa 11.012 (2025); área 933,628 km²; densidade $\approx 11,47$ hab/km². A economia local é fortemente influenciada pelo setor carbonífero, usinas térmicas, mineração, calcário, carvão, e a indústria cimenteira, além da agricultura e pecuária. O setor energético eleva o PIB municipal e gera impactos socioambientais que são objeto de estudos e políticas públicas. Indicadores sociais e de escolarização constam nas bases do IBGE, conforme indicado na Tabela 1 Dados Socioeconômicos.

Tabela 1 Dados Socioeconômicos

Parâmetro	Valor
População (Censo 2022)	10.710
População estimada (2025)	11.012
Área	933,628 km ²
Densidade	11,47 hab/km ²
Atividades econômicas	Mineração de carvão; geração termelétrica; agropecuária
PIB per capita	R\$ 282.683,22

Fonte: INERCO, 2026

3.3 Descrição do Processo de Produção

A geração de energia elétrica a partir de combustíveis, especialmente do carvão mineral, envolve um processo extenso e complexo que integra de forma coordenada sistemas mecânicos, elétricos, eletrônicos e químicos. Centenas de equipamentos e seus respectivos sistemas de controle — bombas, ventiladores, silos, correias transportadoras, alimentadores, britadores, moinhos e pulverizadores de carvão, sistemas de combustão e de produção de vapor, turbinas, compressores, dosadores de produtos químicos, reatores, reservatórios, trocadores de calor, válvulas, geradores, transformadores e disjuntores — operam continuamente e de maneira sincronizada. Esses conjuntos são acionados por motores elétricos e por sistemas magnéticos, pneumáticos e hidráulicos, e funcionam em ambientes severos, expostos a poeira, altas pressões e temperaturas, corrosão, abrasão e umidade, exigindo projeto robusto, seleção adequada de materiais e programas rigorosos de manutenção e monitoramento.

A Usina Termelétrica Candiota III Fase C é uma unidade de geração a carvão mineral com caldeira de circulação natural em regime subcrítico e turbo-alternador de 350 MW, projetada para consumo anual aproximado de 1,6 milhões de toneladas de carvão, com diagrama esquemático na Figura 5 e principais parâmetros na Tabela 2 Parâmetros Técnicos Principais Equipamentos.

Implantada na área remanescente da Âmbar, a noroeste da Usina Presidente Médici (Fases A e B) com diagrama esquemático na Figura 6 e Figura 7, a Fase C integra-se ao complexo, elevando a potência instalada total para 796 MW. A área ocupada é de cerca de 61 hectares, com topografia alongada e uma diferença de cota de 10 m entre as porções oeste e leste próximas à torre de resfriamento. Os diagramas de processo simplificado também estão disponíveis no Anexo I — Fluxogramas de Engenharia.

A água de processo é captada no arroio Candiota e armazenada na Barragem II, cuja capacidade é de 16 milhões de metros cúbicos, assegurando uma vazão ecológica da outorga da Barragem II é 634 L/s em condições de estiagem. A combustão do carvão na Fase C é do tipo tangencial, de queima direta, empregando queimadores de baixa emissão de NOx para atender aos limites de emissão estabelecidos.

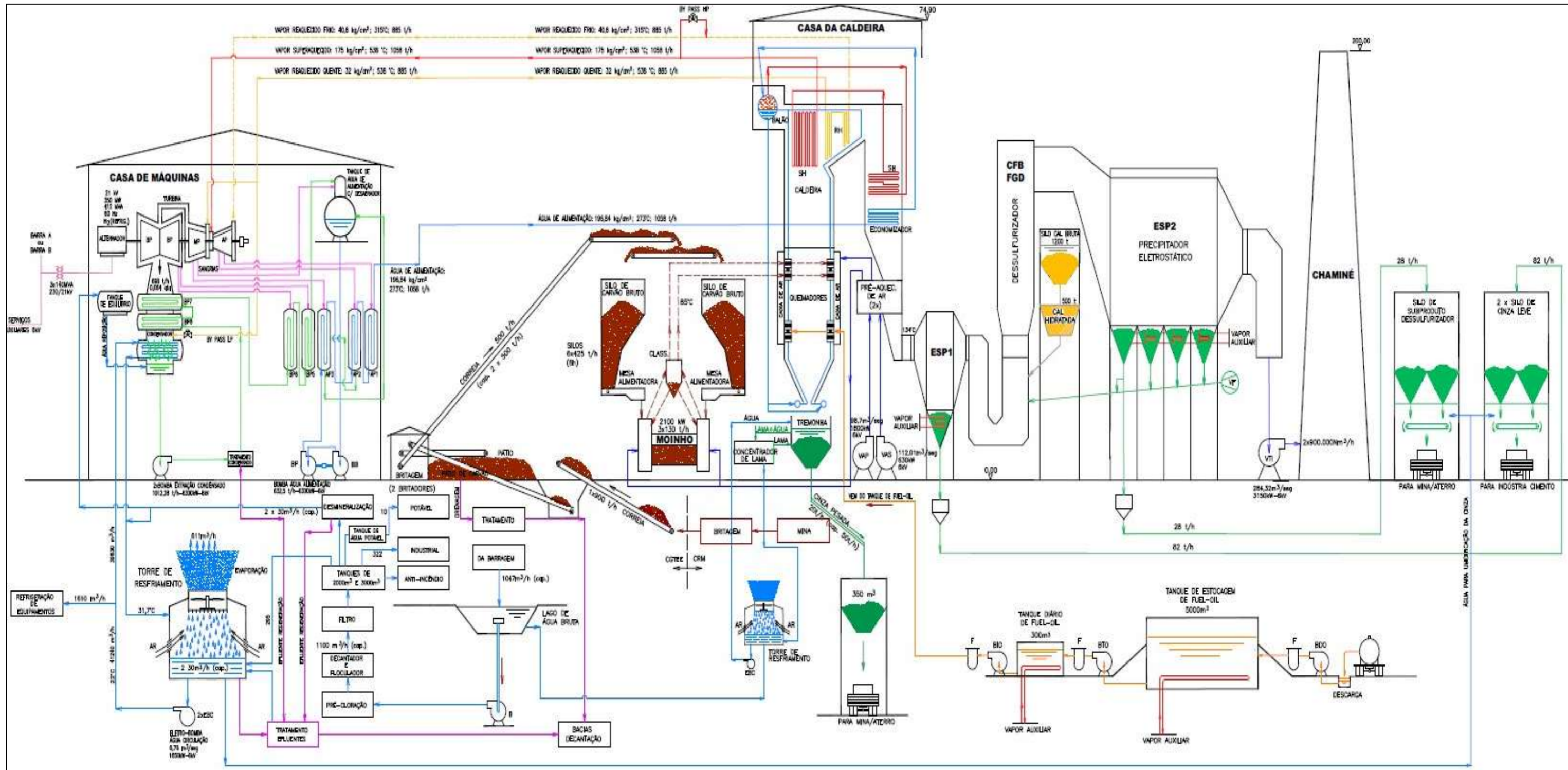


Figura 5 Diagrama simplificado do processo industrial da Fase C de UTE Candiota

Fonte: Candiota, 2026

Tabela 2 Parâmetros Técnicos Principais Equipamentos

Caldeira			
Fabricante		Harbin Boiler Company Limited	
País de origem		China	
Modelo		HG-1150/18,3-YM1	
Ano de fabricação		2008	
Número de série		3195	
Tipo		Circulação natural	
Parâmetros Principais		BMCR	BRL
Vapor Superaquecido	Fluxo vapor	1150 t/h	1054.70 t/h
	Pressão Nominal	18.38 MPa	
	Temperatura	541 °C	
Vapor Reaquecido	Fluxo vapor	990.4 t/h	949.4 t/h
	Pressão Nominal	4.24 / 4.03 MPa	4.067 / 3.86 MPa
	Temperatura	339.1 / 541 °C	336.6 / 541 °C
Água de Alimentação	Temperatura	274 °C	271 °C
Gases de Exaustão	Temperatura	~130 °C	
Turbina			
Fabricante		Harbin Turbine Company Ltd.	
País de origem		China	
Modelo		N350-17,5-538/538	
Ano de fabricação		2009	
Número de série		116077	
Pressão Nominal do Vapor SH/RH		18,7 Mpa / 4,24 Mpa	
Temperatura Nominal do Vapor SH/RH		538 °C / 538 °C	
Temperatura Fria da Água de Circulação		22 °C	
Tipo de Unidade		Subcrítico, reaquecedor simples, todos os eixos acoplados e alinhados, duplo cilindro, sistema de condensado.	
Carga nominal da turbina (TRL)		350 MW	
Condições de potência em VWO		378 MW	
Valor máximo de potência contínua da turbina (T-MCR)		362.8 MW	
Partida e modo de operação		Partida com pressão variável; Operação com pressão constante.	
Escala de variação de pressão em operação		30~90 %	
Taxa de variação de carga constante/variável		3/5 %/min	
Rotação nominal		3600 r/min	
Tipo de sistema de controle da turbina		DEH (Sistema de Controle Digital Eletro Hidráulico)	
Sentido de rotação		Vista frontal turbina/gerador, rotação no sentido horário.	
Taxa de pressão do vapor principal		17.5 MPa	
Temperatura do vapor SH /RH		538 / 538 °C	
Valor da temperatura máxima do vapor		545 °C	

Pressão nominal do vapor reaquecido	3.194 MPa
Admissão de vapor principal	1054.52 t/h
Máxima admissão de vapor principal	1150 t/h
Admissão nominal de vapor reaquecido	882.16 t/h
Pressão nominal de saída	0,006 MPa
Pressão máxima admissível na descarga	18.63 kPa
Temperatura máxima de descarga	121 °C
Gerador	
Fabricante	HEC-Harbin Electric Machinery Company Ltd.
Pais de origem	China
Ano de fabricação	2008
Modelo	QFN-2-60
Potência nominal de saída	350 MW / 412 MVA
Tipo	Síncrono - trifásico
Tensão nominal	21 kV
Tensão de operação	21 kV ± 5%
Corrente nominal	11321 A
Fator de potência	0,85 (atrasado)
Frequência	60 Hz
Rotação	3.600 RPM (2 pólos)
Ligação do estator	YYY
Classe de isolamento	F
Refrigeração	Hidrogênio
Pressão do hidrogênio	0,4 Mpa
Número resfriadores à água	4
Momento de inércia GD2	38.036 t.m ²
Excitação	Estática (Unitrol 5000- ABB)
Tensão nominal de excitação	617 V
Corrente nominal de excitação	1548 A
Fator térmico da corrente campo	10%

Fonte: INERCO, 2026

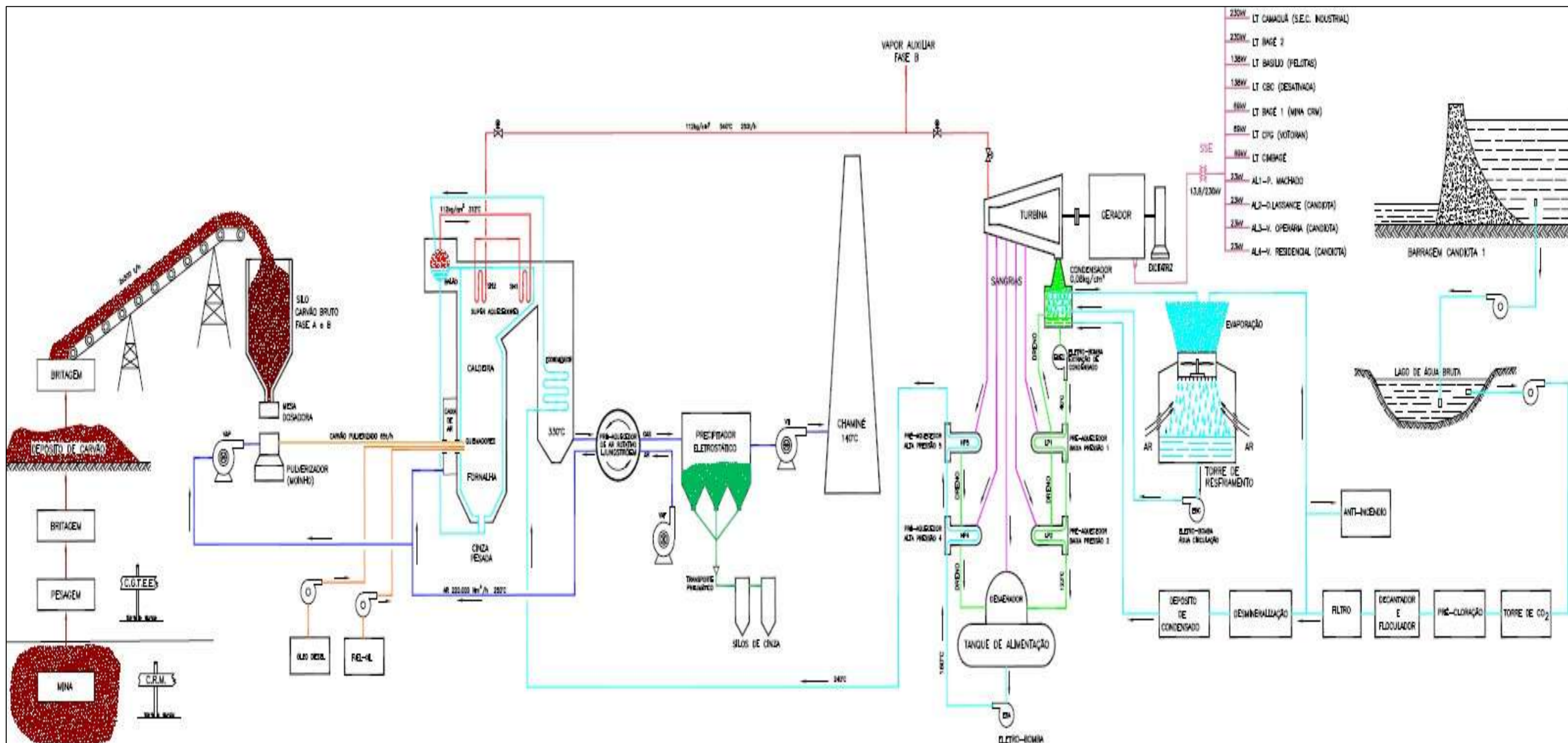


Figura 6 Diagrama simplificado do processo industrial da Fase A de UTE Candiota

Fonte: Candiota, 2026

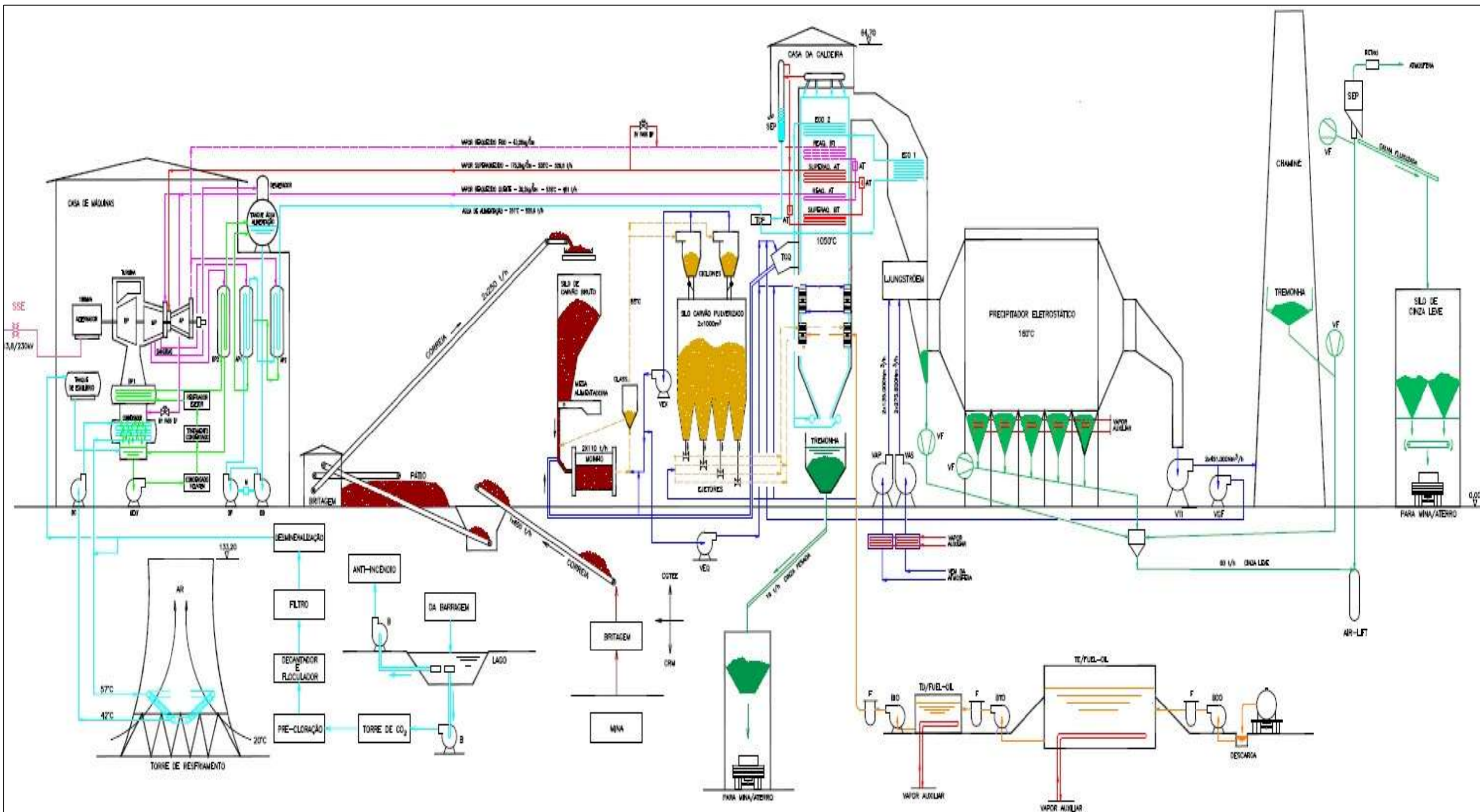


Figura 7 Diagrama simplificado do processo industrial da Fase B de UTE Candiota

Fonte: Candiota, 2026

3.3.1 FASE C

3.3.1.1 Sistema dos combustíveis (Carvão e Fuel Oil)

O carvão, combustível principal da unidade, é transportado semi-britado desde a mina por uma correia transportadora de 2,5 km com capacidade de 900 t/h; antes do encaminhamento aos depósitos ou silos, o material passa por uma britagem final que reduz o tamanho máximo para 25 mm. A usina dispõe de um pátio de estocagem adjacente com reserva coberta de 180.000 toneladas, destinado a absorver a diferença entre o recebimento e o consumo operacional, que varia entre 150 e 350 t/h, conforme principais parâmetros na Tabela 3 Sistema dos combustíveis (Carvão e Fuel Oil), os tanques apresentados na Figura 8 Tanque de óleo combustível de 300 m³ e Figura 9 Tanque de Diesel 200 m³.

O abastecimento contínuo dos silos é garantido por um sistema de manuseio que inclui seis silos metálicos para carvão bruto, mesas dosadoras e correias alimentadoras; em situações de contingência, dois bulldôzers operam no pátio para alimentar as dosadoras e manter o fluxo até os silos.

O sistema de manuseio integra ainda a Planta de Beneficiamento de Carvão a Ar (PBCA), um sistema automático de amostragem, dispositivos antipó, instalações para recolhimento e tratamento de efluentes líquidos, balanças eletrônicas para controle de massa e detectores/removedores magnéticos para separação de materiais ferrosos. A PBCA, composta por módulos de jigagem, promove a separação das gangas e reduz o teor de enxofre e de cinzas, elevando o poder calorífico do combustível e diminuindo a abrasividade que afeta dutos e equipamentos a jusante. Esses recursos asseguram que o carvão entregue à etapa de oagem e combustão atenda aos requisitos de granulometria e qualidade necessários para operação eficiente e segura da caldeira.

Tabela 3 Sistema dos combustíveis (Carvão e Fuel Oil)

Parâmetro	Valor
Fonte do combustível	Carvão mineral (semi-britado)
Transporte mina - usina	2,5 km; 900 t/h
Britagem final	≤ 25 mm
Consumo operacional	150 – 350 t/h
Reserva pátio	180.000 t (coberta)
Planta de beneficiamento (PBCA)	4 módulos de jigagem; 480 t/h capacidade total

Fonte: INERCO, 2026



Figura 8 Tanque de óleo combustível de 300 m3

Fonte: Candiota, 2026.



Figura 9 Tanque de Diesel 200 m3

Fonte: Candiota, 2026.

3.3.1.2 Sistema de Beneficiamento de Carvão

. A Planta de Beneficiamento de Carvão a Ar (PBCA) comissionada em 2020 é composta por quatro módulos de jigagem, cada um com capacidade de processamento de 120 t/h, totalizando 480 t/h de capacidade instalada, conforme principais parâmetros na Tabela 4.

A PBCA recebe o carvão estocado no pátio por meio de tremonhas de alimentação e realiza a separação e segregação das impurezas (gangas), reduzindo o teor de enxofre e de cinzas e elevando o poder calorífico do combustível. As gangas, constituídas principalmente por fragmentos calcários ricos em enxofre pirítico, são encaminhadas por correias até um silo específico e posteriormente carregadas em caminhões para retorno à mina.

O carvão beneficiado é então devolvido ao pátio próximo às tremonhas de alimentação da Fase C, permitindo que a unidade opere exclusivamente com carvão beneficiado mesmo durante limpezas e ajustes diários.

A redução do teor de enxofre no combustível contribui para menores emissões de SO₂ na combustão e reduz a demanda por reagentes no sistema de dessulfurização; adicionalmente, o beneficiamento diminui a abrasividade do carvão, reduzindo o desgaste de dutos e equipamentos a jusante.

Tabela 4 Tabela de parâmetros — Sistema de Beneficiamento de Carvão

Parâmetro	Valor
Configuração	4 módulos de jigagem
Capacidade por módulo	120 t/h
Capacidade total instalada	480 t/h
Alimentação	Tremonhas a partir do pátio de carvão
Impacto na combustão	Menor teor de S → redução de emissão de SO ₂ ; menor consumo de cal hidratada

Fonte: INERCO, 2026

3.3.1.3 Sistema de moagem do carvão

O carvão armazenado nos seis silos metálicos (cada um com capacidade para 425 toneladas) é alimentado por gravidade às mesas dosadoras e conduzido aos moinhos de dupla entrada para pulverização. Cada moinho do tipo tubular horizontal recebe carvão por duas mesas dosadoras, cuja capacidade de alimentação corresponde a aproximadamente 65% da capacidade nominal do moinho, garantindo operação estável e margem para ajustes. Dois ventiladores de ar primário fornecem o fluxo necessário para secagem e transporte do pó pulverizado até os queimadores; esse ar é pré-aquecido nos trocadores de ar até temperaturas elevadas para promover secagem eficiente e evitar aglomerações, conforme principais parâmetros na Tabela 5.

O sistema de classificação retém partículas maiores, devolvendo-as ao moinho para retritura, de modo que a granulometria final atenda ao requisito de que 70% das partículas tenham dimensões iguais ou inferiores a 75 µm. As condições de temperatura e velocidade do ar são controladas para minimizar depósitos e erosão nos dutos, preservando a eficiência da combustão e a integridade dos equipamentos.

Os silos garantem autonomia para operação em carga nominal por cerca de oito horas; a recirculação de partículas maiores ao moinho e o controle da temperatura do ar primário são medidas essenciais para manter a estabilidade da chama, reduzir formação de depósitos e prolongar a vida útil dos componentes. Sistemas de monitoramento e instrumentação regulam automaticamente alimentação, vazões de ar, temperatura e classificação, permitindo respostas rápidas a variações de carga e qualidade do combustível.

Tabela 5 Tabela de parâmetros — Sistema de moagem do carvão

Parâmetro	Valor / Observação
Silos de carvão bruto	6 × 425 t
Autonomia (carga nominal 350 MW)	≈ 8 horas (com 6 silos)
Tipo de moinho	Tubular horizontal; dupla entrada
Capacidade nominal do moinho	123,5 t/h (por moinho)
Capacidade do alimentador (por alimentador)	65% da capacidade do moinho ≈ 80,3 t/h
Número de alimentadores	6 mesas dosadoras (2 por moinho)
Ventilação ar primário	2 × 252.000 Nm ³ /h (ventiladores)
Temperatura ar primário (pré-aquecido)	até ≈ 320 °C
Temperatura do ar de transporte	≈ 85 °C (na linha de transporte do pó)
Velocidade do ar nos dutos	≈ 20 m/s
Granulometria alvo (classificação)	70% ≤ 75 μm
Recirculação de partículas	Partículas >75 μm retornam ao moinho para retritura

Fonte: INERCO, 2026

3.3.1.4 Caldeira

A caldeira da UTE Candiota III (Fase C) é um gerador de vapor de circulação natural projetado para operação em regime subcrítico com reaquecimento único, conforme principais parâmetros na Tabela 6. Com aproximadamente 75 m de altura, a unidade possui fornalha radiante e sistema de tiragem balanceada, concebida para queima direta de carvão pulverizado em queimadores tangenciais de canto com inclinação variável e tecnologia LOW NOx; a planta prevê três níveis de queimadores, sendo que cada nível dispõe de um bico para óleo combustível pesado (fuel-oil A1) destinado às partidas e baixos carregamentos. A tiragem balanceada mantém uma depressão de fornalha da ordem de 10 mm H₂O em todas as condições de operação, por meio da coordenação entre ventiladores de ar primário, ar forçado e ventiladores de tiragem induzida.

Os sistemas de superaquecimento e reaquecimento (SH/RH) combinam bancos radiantes (painéis tipo platen) e bancos de convecção, com controle de temperatura do superaquecedor realizado por injeção de água em dois estágios e controle do reaquecimento por ajuste da inclinação dos queimadores e injeção de spray quando necessário. A caldeira foi dimensionada para produzir até 1.150 t/h de vapor superaquecido e cerca de 985 t/h de vapor reaquecido, com parâmetros de projeto compatíveis com o ciclo da turbina-gerador. Em carga nominal a queima de carvão pulverizado é da ordem de 300 t/h, ocorrendo na câmara de combustão com dimensões aproximadas de 14,5 × 14,5 × 47 m (≈10.000 m³), resultando em elevada carga térmica específica.

Para garantir circulação natural eficiente em pressões de trabalho elevadas, os painéis de parede de água são verticais, de baixa perda de carga, e apresentam ranhuras helicoidais internas (rifled tubes) a partir da linha de vaporização, promovendo refrigeração adequada mesmo em baixas vazões. As tubulações e componentes expostos a gases abrasivos e temperaturas de metal superiores a 600 °C são especificados em aços especiais (T1, T2, T12, T22, T91) e recebem proteções locais. O projeto de controle integra de forma complexa os fluxos de carvão, água de alimentação, ar de combustão e extrações de vapor, assegurando fornecimento de vapor superaquecido e reaquecido com os parâmetros exigidos em todas as condições de carga.

Operacionalmente, o carvão pulverizado é o combustível principal a partir de 40% da carga; durante acendimentos e até cerca de 25% da carga o combustível é óleo pesado atomizado a vapor, com transição gradual entre 25% e 40% de carga. A água de alimentação é pré-aquecida até aproximadamente 278 °C; mesmo com pré-aquecedores de alta pressão fora de serviço (água de alimentação em ≈ 170 °C), a caldeira mantém capacidade de atingir carga nominal sem exceder limites térmicos dos superaquecedores e materiais. A unidade opera com pressão fixa ou variável entre 40% e 100% da carga e suporta rampas de carga rápidas (variações de 15–20 MW/min). Ciclos de partida a frio até plena carga demandam cerca de 6–8 horas, com tolerância de temperatura de ± 10 °C durante aquecimento.

De modo a evitar deposição de cinzas nas superfícies aquecidas, a temperatura dos gases na saída da caldeira é mantida 100–150 °C abaixo da temperatura de amolecimento das cinzas (meta: abaixo de 1.100 °C). Em razão da elevada concentração e abrasividade das cinzas volantes, as velocidades dos gases nos bancos de convecção são mantidas tão baixas quanto possível (inferiores a 9,0 m/s); nos economizadores, onde velocidades ao redor de 11,0 m/s são inevitáveis, aplica-se proteção antiabrasivo patenteada STEEL GILLS para reduzir desgaste e risco de ruptura das tubulações.

Tabela 6 Tabela de parâmetros — Caldeira

Parâmetro	Valor / Observação
Tipo	Circulação natural; subcrítico; reaquecimento único
Altura	75 m
Modo de combustão	Queima direta de carvão pulverizado; tangencial; LOW NOx
Queimadores	9 queimadores de canto; 3 níveis; 1 bico óleo por nível
Depressão fornalha	≈ 10 mm H ₂ O
Produção vapor (SH)	1.150 t/h
Produção vapor (RH)	≈ 985 t/h
Pressões (ordem de grandeza)	SH $\approx 18,38$ MPa; RH $\approx 4,0$ MPa (valores de projeto)
Temperaturas (ordem de grandeza)	SH ≈ 541 °C; RH ≈ 541 °C
Consumo carvão (carga nominal)	≈ 300 t/h
Dimensões câmara de combustão	14,5 × 14,5 × 47 m (≈ 10.000 m ³)
Carga térmica específica	≈ 75.000 kcal/m ³ ·h

Parâmetro	Valor / Observação
Pré-aquecimento água alimentação	até ≈ 278 °C
Operação com pré-aquecedores fora	Capaz de atingir carga nominal com água ≈ 170 °C
Faixa de operação	40–100% carga (pressão fixa ou variável)
Taxa de rampa	15–20 MW/min
Tempo de partida a frio	6–8 h até plena carga
Temperatura gases saída (meta)	≤ 1.100 °C (100–150 °C abaixo do amolecimento das cinzas)
Combustível auxiliar	Óleo combustível pesado (atomização a vapor) — uso até $\approx 25\%$ carga

Fonte: INERCO, 2026

3.3.1.5 Sistema de queima

O sistema de queima da caldeira da Fase C é baseado em queimadores tangenciais de canto que injetam a mistura de carvão pulverizado e ar primário de forma tangencial, criando um campo de combustão rotativo no centro da câmara, conforme principais parâmetros na Tabela 7. O arranjo totaliza 12 pontos de injeção, distribuídos em três queimadores por canto, cada qual equipado com bico para óleo combustível pesado destinado às partidas e baixos carregamentos. O ar secundário, fornecido por ventiladores axiais, é igualmente pré-aquecido nos trocadores de ar, complementando o ar primário para garantir mistura e estabilidade da chama.

Durante partidas e em cargas até cerca de 25% a unidade opera com óleo combustível pesado (atomizado a vapor); entre 25% e 40% de carga ocorre transição gradual para o carvão pulverizado, que passa a ser o combustível exclusivo a partir de 40% da carga. Os queimadores permitem variação de inclinação para deslocar o centro da combustão conforme a carga e o estado das paredes de água, sendo a temperatura do vapor reaquecido o parâmetro de referência para esses ajustes.

Os gases de combustão, contendo aproximadamente 80% das cinzas geradas, são extraídos por ventiladores de tiragem de velocidade variável e conduzidos através dos pré-aquecedores de ar e do sistema de controle de poluentes (ESP e FGD) antes da emissão pela chaminé de 200 m, cuja velocidade de saída projetada é de 25 m/s para otimizar a dispersão atmosférica. Todo o conjunto de procedimentos, controles e proteções é gerido automaticamente pelo sistema de Instrumentação e Controle (I&C) da caldeira, integrado ao controle do turbogruppo e aos sistemas auxiliares, assegurando operação segura, eficiente e com resposta rápida a variações de carga e qualidade do combustível.

Tabela 7 Tabela de parâmetros — Sistema de queima

Parâmetro	Valor / Observação
Tipo de queimadores	Tangenciais de canto; inclinação variável; LOW NOx
Pontos de injeção	12 (3 por canto)
Combustível auxiliar	Óleo combustível pesado (atomização a vapor)
Faixa uso óleo	Até ≈25% carga (isolado); 25–40% transição; >40% carvão exclusivo
Ar primário	Pré-aquecido; fornece secagem e transporte do pulverizado
Ar secundário	Fornecido por 2 ventiladores axiais; também pré-aquecido
Porcentagem de ar primário	≈ 30% do ar total de combustão
Fração de cinzas arrastadas	≈ 80% (fly ash)
Ventiladores de tiragem	Velocidade variável conforme carga
Chaminé	200 m; velocidade de saída ≈ 25 m/s
Controle	I&C integrado com DEH do turbogruppo
Ajuste de combustão	Inclinação dos queimadores; injeção de água spray (quando necessário)

Fonte: INERCO, 2026

3.3.1.6 Sistema de extração das cinzas

Da queima de 150 a 350 t/h de carvão pulverizado resultam aproximadamente 65 a 170 t/h de cinzas, sendo este último valor referente ao pior cenário de qualidade do carvão e carga máxima. A maior parte das partículas geradas na combustão é arrastada pelos gases; cerca de 80% do total corresponde às cinzas leves (fly ash), que são captadas pelos precipitadores eletrostáticos com eficiência projetada de 99,735%, restando uma fração residual compatível com os limites regulatórios. As cinzas leves, após despoeiramento e secagem, são coletadas por um sistema pneumático pressurizado e encaminhadas a silos específicos para posterior comercialização ou disposição controlada; em condições de projeto, o sistema pode recolher até ≈135 t/h de cinza leve seca, conforme principais parâmetros na Tabela 8.

As frações mais pesadas — blocos de escória e bottom ash, correspondentes a cerca de 20% do total (até ≈35 t/h) — são coletadas no fundo da caldeira em um recipiente com água, onde se resfriam e solidificam. Essas cinzas resfriadas e solidificadas são extraídas continuamente por uma corrente de arraste até uma correia transportadora que conduz o material úmido ao silo decantador, onde ocorre a remoção do excesso de água antes do empilhamento, transporte ou disposição final. O conjunto de sistemas inclui dispositivos de desaguamento, decantação e controle de efluentes, além de medidas para minimizar emissões difusas durante o manuseio e transporte, garantindo conformidade ambiental e segurança operacional.

Tabela 8 Tabela de parâmetros — Manuseio de carvão e cinzas

Parâmetro	Valor / Observação
Consumo de carvão	150 – 350 t/h
Geração de cinzas (estimada)	65 – 170 t/h
Frações	Fly ash ≈ 80%; Bottom ash ≈ 20%
Eficiência ESP	99,735% (projeto)
Emissão residual teórica	≈ 0,265% do particulado (pós-ESP)
Capacidade máxima fly ash coletada	≈ 135 t/h (seco)
Transporte fly ash	Sistema pneumático pressurizado → silos
Coleta bottom ash	Raspador submerso (SSC) → recipiente com água no fundo da caldeira
Remoção água bottom ash	Correia transportadora → silo decantador → desaguamento
Destino bottom ash	Transporte por caminhão → cava de mineração (ou disposição conforme projeto)
Controles ambientais	Sistemas de desaguamento; bacias de decantação; medidas antipó durante carregamento
Medidas operacionais	Monitoramento de vazões de cinza; controles de pressão no pneumático; inspeção de silos
Riscos mitigados	Emissões difusas; entupimento de linhas pneumáticas; corrosão e abrasão em equipamentos

Fonte: INERCO, 2026

3.3.1.7 Geração de vapor e Turbina

O calor gerado pela queima do carvão na câmara de combustão é transferido para as superfícies de troca térmica (tubos e serpentinas), aquecendo a água de alimentação e produzindo vapor que alimenta o ciclo térmico da turbina. A água de alimentação, previamente aquecida por extrações de vapor ao longo da linha de expansão da turbina e bombeada pelas bombas de alimentação, chega aos economizadores com cerca de 250 °C; nos economizadores — serpentinas localizadas no final do trajeto dos gases — a temperatura da água é elevada até aproximadamente 305 °C, reduzindo a temperatura dos gases em cerca de 160 °C, conforme principais parâmetros na Tabela 9.

A água pré-aquecida é inicialmente dirigida ao corpo cilíndrico (balão) da caldeira, onde se mistura ao fluido existente e desce por circulação natural até os coletores inferiores das paredes de água. Os painéis de parede de água, que envolvem a câmara de combustão, absorvem entre 40% e 50% do calor liberado, aquecendo a água até a saturação e promovendo evaporação parcial. Cerca de 30% do fluxo gerado nas paredes de água é separado como vapor saturado, desumidificado e enviado aos superaquecedores, que elevam sua temperatura de aproximadamente 350 °C até 540 °C, produzindo o vapor principal de alta qualidade térmica.

O vapor principal, com vazões de projeto de até 1.098 t/h, é conduzido por linha de grande diâmetro ao corpo de alta pressão da turbina, operando em torno de 175 kgf/cm² (≈17,5 MPa) e temperaturas da ordem de 538 °C. A queda de energia térmica até níveis intermediários (≈42 kgf/cm² e 350 °C) corresponde a cerca de 30% da potência total gerada. O vapor de saída do corpo de alta pressão — o chamado reaquecido frio, com vazão reduzida para cerca de 990 t/h após extrações — é retornado à caldeira para reaquecimento até 538 °C e então admitido no corpo de média pressão, onde se produz adicionalmente entre 30% e 40% da energia total da turbina.

O reaquecimento incrementa o rendimento térmico da unidade em aproximadamente 6% e melhora a qualidade do vapor (reduz a umidade) nos estágios finais de baixa pressão, reduzindo erosão e perdas. Do corpo de média pressão o vapor segue ao corpo de baixa pressão, onde ocorre o aproveitamento final; o vapor descarregado para o condensador apresenta um teor de umidade típico entre 5% e 8%. O conjunto turbina-gerador opera com controle digital (DEH) e excitação estática, permitindo respostas rápidas a variações de carga e integração com os sistemas de extração para aquecimento da água de alimentação.

Tabela 9 Tabela de parâmetros — Geração de vapor e Turbina

Parâmetro	Valor / Observação
Temperatura água entrada economizadores	≈ 250 °C
Temperatura água saída economizadores	≈ 305 °C
Redução temperatura gases nos economizadores	≈ 160 °C
Fração calor absorvida pelas paredes de água	40–50%
Vapor gerado nas paredes de água (fração)	≈ 30% do fluxo das paredes
Temperatura vapor antes do superaquecedor	≈ 350 °C
Temperatura vapor superaquecido	≈ 540 °C
Vazão vapor principal (projeto)	até 1.098 t/h
Admissão vapor turbina HP (pressão)	≈ 175 kgf/cm ² (≈17,5 MPa)
Admissão vapor turbina HP (temperatura)	≈ 538 °C
Vazão após HP (reaquecido frio)	≈ 990 t/h
Pressão/temperatura após HP (exemplo)	≈ 42 kgf/cm ² ; ≈ 350 °C
Contribuição de potência por queda HP→MP	≈ 30% da potência total
Contribuição de potência MP	30–40% da potência total
Ganho de rendimento pelo reaquecimento	≈ +6% rendimento unitário
Umidade na descarga para condensador	≈ 5–8%
Controle da turbina	Sistema DEH; excitação estática; extrações para aquecedores

Fonte: INERCO, 2026

3.3.1.8 Sistema de vapor auxiliar para partidas e paradas

O sistema de vapor auxiliar da UTE Candiota III é composto por um conjunto de duas caldeiras auxiliares comissionadas em 2017, dimensionadas para prover o vapor necessário aos procedimentos de partida, aquecimento e serviços auxiliares da unidade, conforme principais parâmetros na Tabela 10. Antes da instalação dessas caldeiras, o vapor de partida era fornecido pelas unidades da UPME (Fases A e B), que deixaram de operar em 2018.

As caldeiras auxiliares têm capacidade combinada de 35,0 t/h de vapor e utilizam óleo diesel S500 Tipo B como combustível. O vapor produzido atende a múltiplas funções operacionais: aquecimento do óleo combustível e atomização do mesmo na caldeira principal; selagem e aquecimento de mancais do gerador; aquecimento da água de alimentação da caldeira principal; sopragem e limpeza dos pré-aquecedores de ar; acionamento do sistema de combate a incêndio em moinhos e silos; aquecimento de produtos químicos para tratamento de água; aquecimento de tremonhas de cinzas; e outras demandas de utilidade durante partidas, paradas e manutenções.

Em carga máxima, o consumo de combustível do conjunto atinge aproximadamente 1.400 kg/h de óleo diesel S500. O sistema de controle permite operação remota a partir da sala de comando principal, com possibilidade de operação local por meio de painéis instalados junto às caldeiras auxiliares, garantindo redundância e flexibilidade operacional. Os controles incluem instrumentação para pressão, temperatura, nível e segurança, além de intertravamentos com o sistema I&C da usina para coordenação com a caldeira principal e demais sistemas auxiliares.

Tabela 10 Tabela de parâmetros - Sistema de vapor auxiliar

Parâmetro	Valor / Observação
Ano de instalação	2017
Número de caldeiras auxiliares	2
Capacidade total de vapor	35,0 t/h
Combustível	Óleo Diesel S500 Tipo B
Consumo combustível em carga máxima	≈ 1.400 kg/h
Funções atendidas	Aquecimento óleo; atomização; selagem de mancais; aquecimento água alimentação; sopragem pré-aquecedores; combate a incêndio; aquecimento químicos; aquecimento tremonhas de cinzas
Operação remota	Sala de comando principal (I&C integrado)
Operação local	Painéis locais nas caldeiras auxiliares
Instrumentação e controles	Pressão, temperatura, nível, intertravamentos de segurança
Integração operacional	Intertravamento com caldeira principal e sistemas auxiliares
Redundância e disponibilidade	Dois unidades para garantir vapor em manutenção ou falha de uma caldeira
Segurança	Válvulas de alívio, sistemas de corte de combustível, alarmes e procedimentos de partida/parada

Fonte: INERCO, 2026

3.3.1.9 Sistema de condensação e pré-aquecimento da água de alimentação

O aquecimento da água de alimentação por extrações de vapor ao longo da linha de expansão da turbina é uma medida de eficiência térmica que aumenta o rendimento da unidade em até 15%. Essas extrações retiram parte do vapor que, caso contrário, geraria potência direta na turbina; o benefício térmico obtido no aquecimento da água de alimentação compensa essa perda de capacidade até um ponto ótimo de operação. Para a Fase C esse ponto ótimo foi definido em sete extrações, correspondendo a $\approx 30\%$ do vapor vivo admitido na turbina, conforme principais parâmetros na Tabela 11.

Consequentemente, cerca de 70% do vapor inicial permanece para ser condensado no condensador, o que corresponde a aproximadamente 760 t/h de vapor a serem condensados. O calor de vaporização transferido ao circuito de água de circulação é da ordem de ≈ 400 Gcal/h, sendo dissipado na torre de resfriamento por evaporação, com vazão de circulação aproximada de 40.000 m³/h.

As reposições de água perdidas pela planta — das quais cerca de 90% decorrem do sistema de condensação — são atendidas por captação de água bruta no reservatório de acumulação com 16 milhões m³. A água bruta destinada à reposição da água de circulação e ao reabastecimento do ciclo passa por uma sequência de tratamentos: desgaseificação (torre de CO₂), pré-cloração, floculação e decantação, filtração, adição de dispersantes e anticorrosivos e ajuste de pH. Após a filtração, a parcela destinada à alimentação da caldeira é desviada ao sistema de desmineralização, garantindo a qualidade química exigida para proteção dos geradores de vapor e dos trocadores de calor.

O sistema de extrações, condensação e pré-aquecimento é integrado ao sistema de controle da usina, que otimiza a distribuição de extrações conforme a carga e as condições operacionais, preservando o equilíbrio entre geração de potência e ganho térmico no aquecimento da água de alimentação.

Tabela 11 Tabela de parâmetros - Sistema de condensação e pré-aquecimento da água de alimentação

Parâmetro	Valor / Observação
Ganho de rendimento pelo aquecimento	até 15%
Número de extrações	7 extrações
Fração de vapor extraída	$\approx 30\%$ do vapor admitido na turbina
Fração de vapor para condensador	$\approx 70\%$ (≈ 760 t/h)
Vazão vapor admitido (ordem de grandeza)	≈ 1.098 t/h
Calor dissipado na torre	≈ 400 Gcal/h
Vazão água de circulação	≈ 40.000 m ³ /h
Reservatório de reposição	16×10^6 m ³ (capacidade de acumulação)

Parâmetro	Valor / Observação
Percentual perdas repostas pela captação	≈ 90% das perdas totais
Etapas do tratamento água bruta	Desgaseificação CO ₂ ; pré-cloração; floculação; decantação; filtração; aditivos; ajuste pH
Destino após filtração	Desvio para desmineralização (água de reposição da caldeira)
Objetivo operacional	Maximizar rendimento; garantir qualidade de água de alimentação; proteger equipamentos

Fonte: INERCO, 2026

3.3.1.10 Sistemas antipoluição

O sistema antipoluição da Fase C integra medidas para controle de particulados, SO₂, NOx e efluentes líquidos, projetadas para atender às exigências ambientais e garantir operação compatível com as licenças. As soluções combinam tecnologias de remoção em linha (ESP, reator CFB/FGD), estratégias de combustão de baixo NOx, tratamento e reaproveitamento de águas e procedimentos operacionais automatizados pelo sistema I&C da usina. A seguir descrevem-se os subsistemas e seus parâmetros principais.

3.3.1.10.1 Abatimento de particulados

A captura das partículas arrastadas pelos gases de combustão é realizada por Precipitadores Eletrostáticos (ESP) dimensionados para eficiência de projeto de 99,735%, em conformidade com a exigência do IBAMA para a Fase C, o que corresponde a uma emissão máxima de 265 mg/Nm³ após o ESP. As cinzas coletadas são encaminhadas a silos por sistema pneumático pressurizado; o sistema inclui monitoramento contínuo de emissão e dispositivos antipó nas operações de transferência.

3.3.1.10.2 Abatimento de SO₂

O controle de SO₂ é feito por um sistema semi-seco circulante CFB-FGD, instalado entre os dois estágios de ESP (ESP1 e ESP2). No reator CFB-FGD os gases reagem com cal e com as cinzas umidificadas provenientes do ESP, promovendo remoção de SO₂. O sistema foi projetado para eficiência superior a 80%, com emissão máxima de projeto de 1.600 mg/Nm³ no ponto de emissão considerado no licenciamento. O processo inclui recirculação de sólidos, dosagem de cal e controle de umidade para otimizar a reação e minimizar consumo de reagentes.

3.3.1.10.3 Abatimento de NOx

A redução de NOx é obtida primariamente por queimadores tangenciais LOW NOx e pela estratégia de combustão em duas zonas: injeção inicial com mistura relativamente rica (reduzindo picos de temperatura) e complementação da combustão por Over Fire Air (OFA) na parte superior da fornalha. O controle da inclinação dos queimadores e da distribuição de ar permite minimizar zonas de alta temperatura que favorecem a formação de NOx, reduzindo a carga sobre eventuais sistemas adicionais de controle.

3.3.1.11 Efluentes líquidos

A Fase C adota a meta operacional de efluente zero para as parcelas controláveis: águas de vazamentos, drenagens e purgas são prioritariamente reaproveitadas. As parcelas não controláveis são coletadas em bacias de decantação, tratadas e bombeadas de volta à usina para reuso ou disposição controlada conforme critérios ambientais. O sistema de gestão de efluentes inclui separação sólido-líquido, decantação, tratamento químico e monitoramento de parâmetros antes de qualquer descarga ou reuso, conforme principais parâmetros na Tabela 12.

Tabela 12 Tabela de parâmetros - Efluentes líquidos

Parâmetro	Valor / Observação
Eficiência ESP (projeto)	99,735%
Emissão particulado pós-ESP (máx)	265 mg/Nm ³
Fração de cinzas arrastadas	≈ 80% (fly ash)
Capacidade máxima fly ash coletada	≈ 135 t/h (seco)
Tecnologia dessulfurização	CFB-FGD semi-seco circulante
Eficiência CFB-FGD (projeto)	> 80%
Emissão SO ₂ pós-FGD (máx)	1.600 mg/Nm ³ (projeto)
Redução NOx por combustão	Queimadores LOW NOx + OFA; controle de inclinação
Meta efluentes	“Efluente zero” para parcelas controláveis
Tratamento água de processo	Decantação; filtração; tratamento químico; recirculação
Monitoramento	Emissões contínuas (CEMS); controles I&C integrados
Localização do reator FGD	Entre ESP1 e ESP2 (linha de gases)

Fonte: INERCO, 2026

3.3.1.12 Sistema elétrico

O sistema elétrico da unidade é centrado no turbo-alternador de 412 MVA, acoplado diretamente à turbina, que gera em 21 kV. A energia é conduzida por um barramento blindado até os transformadores elevadores, que elevam a tensão para 230 kV por meio de três transformadores monofásicos em serviço, com um transformador reserva disponível para manutenção ou contingência. Entre o alternador e os elevadores existe uma derivação para o transformador de serviços auxiliares (≈ 21/6,3 kV; ≈ 50 MVA) que alimenta as cargas internas da usina, conforme principais parâmetros na Tabela 13.

As manobras de abertura, fechamento e isolamento são realizadas por disjuntores e seccionadores de alta tensão dimensionados para as correntes e tensões do sistema; proteções de fase, terra, diferencial e relés de distância garantem seletividade e rápida atuação em faltas. O consumo próprio da unidade em carga nominal (350 MW) é da ordem de 8%, equivalente a $\approx 25\text{--}30$ MW. Em ausência de geração própria, a unidade pode ser alimentada pela subestação de Candiota II por meio de um transformador de partida 50 MVA 230/6,3 kV.

O sistema integra ainda dispositivos de excitação estática do alternador, sincronismo automático, sistemas de compensação reativa e aterramento de neutro conforme normas, além de supervisão e controle via SCADA/I&C para coordenação com a operação do turbogruppo e procedimentos de proteção, manutenção e segurança.

Tabela 13 Tabela de parâmetros - Sistema elétrico

Parâmetro	Valor / Observação
Turbo-alternador	412 MVA; acoplado diretamente à turbina
Tensão de geração	21 kV
Barramento	Barramento blindado até transformadores elevadores
Transformação 21 kV \rightarrow 230 kV	3 \times transformadores monofásicos em serviço; 1 reserva
Transformador serviços auxiliares	21/6,3 kV; ≈ 50 MVA
Transformador de partida	50 MVA; 230/6,3 kV (alimentação desde SE Candiota II)
Manobras e seccionamento	Disjuntores e seccionadores de alta tensão; proteção seletiva
Consumo próprio da unidade	$\approx 8\%$ da geração ($\approx 25\text{--}30$ MW a plena carga)
Proteções e controles	Relés de proteção, sincronismo automático, excitação estática, SCADA/I&C
Recursos de confiabilidade	Transformador reserva; redundância em proteções e controle

Fonte: INERCO, 2026

3.3.1.13 Infraestrutura, sistema elétrico e segurança operacional

A Fase C aproveita a infraestrutura existente da UPME e da CEEE, integrando estradas, pátio de carvão, oficinas e instalações administrativas, o que reduz investimentos e impactos de implantação, conforme principais parâmetros na Tabela 14. O sistema elétrico centraliza a geração em 21 kV no alternador (412 MVA) e eleva a tensão para 230 kV por transformadores elevadores; existe um transformador de serviços auxiliares de 50 MVA para alimentação interna. O consumo próprio da unidade em carga nominal é da ordem de 8% ($\approx 25\text{--}30$ MW). Medidas de segurança incluem proteção STEEL GILLS nos economizadores, uso de aços especiais em trechos sujeitos à abrasão, monitoramento preditivo, sistemas de combate a incêndio em moinhos e silos, procedimentos de emergência integrados ao I&C e disponibilidade de vapor auxiliar para acionamento de sistemas críticos. A disposição da chaminé de 200 m foi avaliada quanto à interferência em rotas de voo e não apresenta impacto nas operações da pista de pouso local.

Tabela 14 Tabela de parâmetros - Infraestrutura, sistema elétrico e segurança operacional

Parâmetro	Valor
Alternador	350 MW / 412 MVA; 21 kV
Transformação	21 kV → 230 kV (3 monofásicos)
Transformador serviços	50 MVA (21 kV → 6,3 kV)
Consumo próprio	≈ 8% (25–30 MW)
Proteções	STEEL GILLS; monitoramento preditivo; I&C integrado
Logística	BR-293 (13 km); ferrovia 9 km; pista 6 km

Fonte: INERCO, 2026

3.3.1.14 Sistema Solar Fotovoltaico

O sistema fotovoltaico da UTE Candiota III está instalado na área próxima à antiga torre úmida da Fase A e destina-se a suprir parte do consumo interno da unidade durante os períodos de insolação, contribuindo para a redução do consumo de energia da rede e para a melhoria da eficiência operacional. A planta é composta por 3.186 módulos fotovoltaicos de 550 Wp, totalizando aproximadamente 1,75 MWp em corrente contínua. A energia gerada em corrente contínua é convertida para corrente alternada por cinco inversores de 250 kW, cuja saída em 800 V é elevada para 6.000 V por meio de um transformador de 1.250 kVA (800 V / 6.000 V), permitindo a distribuição e o consumo em diversos sistemas da usina.

Em 11 de fevereiro de 2026 a Âmbar Energia assinou contrato com o Governo do Estado do Rio Grande do Sul, por meio do Badesul, para implantação de uma planta industrial de produção de hidrogênio verde que utilizará a energia gerada por este sistema fotovoltaico. O projeto foi selecionado no Edital de Desenvolvimento da Cadeia do Hidrogênio Verde H₂V-RS, integrando a usina a iniciativas de descarbonização e agregando valor à energia renovável produzida no local.

3.3.1.15 Unidade de Biofixação de CO₂ por Microalgas

A Unidade de Biofixação de Gás Carbônico (CO₂) por Microalgas é uma instalação industrial integrada à UTE Candiota III destinada a aproveitar o gás de combustão rico em CO₂ para cultivo de microalgas e produção de biomassa, promovendo a captura biológica parcial das emissões da usina. A tomada do gás é feita no duto B de exaustão do VTIB; o fluxo é conduzido a um sistema de tratamento (SKID) e a um tanque de armazenamento pressurizado antes da injeção nos biorreatores.

O arranjo inclui sopradores e compressores para condicionamento e transporte do gás, linhas de gás com instrumentação, sistema de tratamento para remoção de impurezas e ajuste de composição, vasos de pressão para armazenamento e injeção, biorreatores para cultivo controlado de microalgas, sistema contínuo de extração/colheita de biomassa, filtro-prensa para desaguamento da biomassa, além de estruturas auxiliares e dois containers dedicados — um laboratório e outro para desenvolvimento de cepas e ensaios em estufa.

A unidade foi instalada originalmente em 2016 pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG) no âmbito de projeto de P&D da ANEEL, em convênio com a UTE Candiota. Após revitalização pela Âmbar Energia em 2023, a instalação encontra-se operacional para estudos e testes de biofixação de parte do CO₂ gerado pela queima de carvão mineral, servindo como plataforma de pesquisa aplicada e potencial integração a cadeias de valorização da biomassa produzida.

3.3.1.16 Segurança operacional, manutenção e medidas de mitigação ambiental

O projeto prevê materiais e proteções específicas para áreas sujeitas à abrasão e altas temperaturas, com uso de aços especiais e proteção STEEL GILLS nos economizadores para reduzir desgaste por partículas abrasivas. Programas de manutenção preditiva e preventiva, monitoramento de vibração e integridade de tubulações e sistemas I&C integrados permitem intervenções programadas com mínima interrupção. Medidas de segurança incluem sistemas de combate a incêndio em moinhos e silos, procedimentos de emergência, disponibilidade de vapor auxiliar para acionamento de sistemas críticos e planos de contenção para transporte e disposição de cinzas. A disposição e o manejo logístico consideram acessos rodoviários (BR-293 a 13 km), ferrovia (9 km ao norte) e pista de pouso (6 km ao norte), sem interferência nas rotas de voo pela chaminé de 200 m segundo avaliação normativa.

3.4 Regime de trabalho

Atualmente a Termoelétrica funciona em caráter emergencial, excepcional e temporário. Quando retomada as atividades, irá operar continuamente, 24 horas, em o regime de trabalho organizado conforme Tabela 15.

Tabela 15 - Regime de trabalho

TURNO	HORÁRIO	PERÍODO
Operacional Manhã	08:00 às 16:30 Com intervalos de 30 minutos	Revezamento 6x4
Operacional Tarde	16:00 às 00:30 Com intervalos de 30 minutos	Revezamento6x4
Operacional Noite	0:00 às 08:30 Com intervalos de 30 minutos	Revezamento 6x4
Administrativo	08:00 às 17:00 Com intervalos de 1 hora	Diurno

Fonte: Candiota, 2026.

3.5 Características Físico-Químicas e Propriedades dos Produtos Movimentados

As características e propriedades físicas, químicas e toxicológicas dos produtos movimentados na UTE Candiota estão detalhadas em suas respectivas FISPQs, constantes no Anexo III deste documento. As FISPQs destinam-se a fornecer informações sobre vários aspectos dos produtos químicos que estão presentes na indústria petroquímica, quanto à proteção à segurança, à saúde e ao meio ambiente, tendo por base uma composição média representativa para os produtos manuseados a nível nacional. As FISPQs fornecem, para esses aspectos, conhecimentos básicos sobre os produtos, recomendações sobre medidas de proteção e ações em situação de emergência.

Entre todas as substâncias movimentadas na UTE Candiota são objeto de análise neste EAR, aquelas que, em relação à toxicidade e à inflamabilidade, de acordo os critérios de periculosidade estabelecidos no item 6.1 da Norma Técnica CETESB P4.261:2011, apresentam potencial para causar danos ao ser humano e/ou ao meio ambiente.

A Norma estabelece quatro níveis de toxicidade, de acordo com a concentração letal 50 (CL50), via respiratória, para rato ou camundongo, para substâncias que possuem pressão de vapor (P_{vap}) ≥ 10 mmHg a 25 °C.

Para substâncias cujos valores de CL50 não estão disponíveis, são utilizados os valores de dose letal 50 (DL50) via oral para rato ou camundongo, considerando-se os mesmos valores de pressão de vapor.

Serão considerados gases e líquidos tóxicos perigosos, aqueles classificados como tóxicos (3) e muito tóxicos (4). Os níveis de toxicidade, bem como, suas respectivas faixas de valores podem ser observadas na Tabela 16.

Tabela 16 - Classificação das substâncias tóxicas

Nível de Toxicidade	C (ppm.h) ¹	DL ₅₀ (mg.kg ⁻¹)
4 - Muito tóxica	$C \leq 500$	$DL_{50} \leq 50$
3 - Tóxica	$500 < C \leq 5.000$	$50 < DL_{50} \leq 500$
2 - Pouco tóxica	$5.000 < C \leq 50.000$	$500 < DL_{50} \leq 5.000$
1 - Praticamente não tóxica	$50.000 < C \leq 150.000$	$5.000 < DL_{50} \leq 15.000$

Fonte: CETESB, 2011.

Analogamente as substâncias tóxicas, a Norma, estabelece quatro níveis de inflamabilidade que estão relacionados ao ponto de fulgor (PF) e/ou ao ponto de ebulição (PE) das substâncias.

Serão substâncias inflamáveis perigosas, os gases ou líquidos classificados como altamente inflamável (4) e os líquidos facilmente inflamáveis (3). Os níveis de inflamabilidade, bem como, seus respectivos valores de PF e/ou PE podem ser observados na Tabela 17.

Tabela 17 - Classificação de substâncias inflamáveis

Nível de Inflamabilidade	Ponto de fulgor (PF) ou Ponto de Ebulição (PE) (°C)
4 – Gás ou líquido altamente inflamável	$PF \leq 37,8$ e $PE \leq 37,8$
3 - Líquido facilmente inflamável	$PF \leq 37,8$ e $PE > 37,8$
2 – Líquido inflamável	$37,8 < PF \leq 60$
1 – Líquido pouco inflamável	$PF > 60$

Fonte: CETESB, 2011.

O volume, forma de armazenamento e classificação, em termos de toxicidade e inflamabilidade, dos os produtos movimentados na Unidade são apresentados na Tabela 18.

¹ C = concentração letal 50 (CL₅₀) em ppm multiplicada pelo tempo de exposição em horas.

Tabela 18 – Armazenamento e classificação dos produtos químicos

Produto	CAS	PE (°C)	PF (°C)	C (ppm.h) DL₅₀ (mg.kg⁻¹)	P_{Vap} (mmHg)	Nível de Periculosidade
Óleo Combustível (Fuel Oil)	68476-33-5	121 – 600°C	60	Não Tóxico	<0.301 a: 20°C	Inflamabilidade: 2 Toxicidade: -
Óleo Lubrificante	FDS: 1020159	Não Disponível	217	Não Tóxico	Não Disponível	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Óleo Diesel	68334-30-5	150 – 471°C	38	Não Tóxico	0,4 kPa a 40°C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade:
GLP	68476-85-7	-42,03	-104	Não Tóxico	> 760	Inflamabilidade: 4 Toxicidade: -
Hidrogênio	1333-74-0	-252,8	-259,2	Não Tóxico	Não aplicável	Inflamabilidade: 4 Toxicidade: -
Hidróxido de Amônio	12168-30-8	37,7	Não Disponível	350 mg/kg	Não Disponível	Inflamabilidade: - Toxicidade: 3
Ácido sulfúrico	CAS 7664-93-9	338	Não Aplicável	Não Tóxico	N/D	Inflamabilidade: - Toxicidade: -
Soda Cáustica Sólida	CAS: 1310-73-2	1390	Não disponível.	Não Disponível	42 mmHg (Inflamabilidade: - Toxicidade: -

Fonte: INERCO, 2026.

De acordo com a Tabela 18, os produtos de interesse para a AQR são: hidróxido de amônio, cuja classificação de toxicidade é 3; GLP; hidrogênio; óleo combustível (Fuel Oil); óleo lubrificante e óleo diesel, todos classificados como inflamáveis.

3.6 Incompatibilidade entre Produtos Químicos

Neste capítulo apresenta-se uma análise sobre a incompatibilidade entre produtos químicos perigosos aplicada ao Complexo Termelétrico de Candiota. Considerando as quantidades de substâncias utilizadas nas operações da usina, não se esperam eventos relevantes cuja origem seja a incompatibilidade química com potencial de causar danos à população externa.

A NBR 14619 (Transporte Terrestre de Produtos Perigosos — Incompatibilidade Química) estabelece critérios de incompatibilidade que, embora voltados ao transporte, podem ser aplicados também ao armazenamento. O risco maior está na possibilidade de contato entre produtos voláteis, corrosivos, oxidantes, redutores, tóxicos ou explosivos que possam reagir violentamente ou gerar compostos perigosos.

Assim, recomenda-se que os locais de armazenagem tenham espaço suficiente, bancadas largas e seguras, ventilação adequada com exaustão, duas saídas de emergência e instalações elétricas à prova de explosão. É proibido fumar no ambiente. Os produtos devem ser armazenados por famílias químicas, mantendo distância mínima de 1 metro entre elas. Corrosivos e inflamáveis devem ser colocados em prateleiras inferiores, longe de oxidantes. Sais devem ser separados por grupos (cloretos, sulfatos, fosfatos, nitratos). Redutores (como ácidos acético e oxálico) devem ser mantidos afastados de oxidantes fortes (ácido nítrico, sulfúrico, perclórico). Deve-se evitar incidência direta de luz e prateleiras metálicas devem ser aterradas para prevenir descargas estáticas.

No ANEXO XII - Incompatibilidade entre Produtos químicos apresenta o inventário dos produtos químicos perigosos utilizados no Complexo, especificando para cada item a localização, a quantidade envolvida nos processos, as formas de movimentação e manipulação, o local de armazenamento e as coordenadas geográficas correspondentes. Na Planilha Levantamento entre produtos químicos perigosos, foi realizado o inventário com base em registros operacionais e inspeção in loco, visando subsidiar a avaliação de riscos, o planejamento de medidas de segurança e a elaboração da matriz de incompatibilidades.

No almoxarifado da usina, os produtos químicos são armazenados sobre pallets, separados por distâncias superiores a 1 metro. A edificação possui paredes sólidas, cobertura, fechamento com chave, ventilação com exaustores, proteção contra acesso indevido, localização em área segura distante de fontes de água, habitações e refeitórios, além de sinalização de perigo.

Os produtos são mantidos em suas embalagens originais, acondicionados sobre estrados para evitar contato com piso e paredes, o que facilita a identificação e reduz riscos.

Na Planilha Análise de incompatibilidades entre os produtos químicos apresenta-se os produtos químicos utilizados e as incompatibilidades identificadas. As incompatibilidades foram extraídas das Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) correspondentes e organizadas por família química, com o objetivo de subsidiar a matriz de incompatibilidades, o planejamento da segregação física, as medidas de controle e as rotinas de emergência. A classificação foi realizada segundo as respectivas FISPQ e não pela CETESB. O levantamento foi efetuado com base em registros operacionais e em inspeção in loco, visando garantir a conformidade com normas técnicas e reduzir os riscos de reações acidentais durante o armazenamento, o transporte interno e o manuseio.

O principal produto corrosivo em uso é o ácido sulfúrico, armazenado em tanques próprios fora do almoxarifado. O hipoclorito de cálcio, de natureza oxidante, é utilizado em pequena quantidade (≈ 10 kg/mês) e armazenado em baldes herméticos de 45 kg, isolado de outros produtos. O óleo combustível 1A, inflamável, é mantido em tanque exclusivo, não apresentando risco de incompatibilidade relevante.

Com base nas incompatibilidades entre os produtos utilizados foi construída a Matriz de incompatibilidade entre produtos químicos utilizados

Portanto, com base nas informações apresentadas, pode-se concluir que a incompatibilidade entre produtos perigosos não é relevante para uma análise quantitativa de riscos para a população externa às instalações da Usina Termelétrica de Candiota.

3.7 Características populacionais

Conforme mencionado anteriormente, a Âmbar Energia está localizada no município de Candiota, no estado do Rio Grande do Sul. A área onde encontra-se o empreendimento abriga um complexo de empresas e áreas residenciais ao seu redor, cuja imagem de satélite da região, indicando a localização da população de interesse no entorno, pode ser visualizada no ANEXO XV - Matriz de ocupação Humana e pontos notáveis. Neste anexo inclui-se ainda um documento onde são descritas as premissas utilizadas para caracterizar a população para o estudo.

A Tabela 19 a seguir mostra a distribuição da população circunvizinha, residencial e não residencial, levantada em campo.

Tabela 19 – Matriz de ocupação humana no entorno da UTE Candiota

N°	Empresa / Setor censitário	População	
		Diurno	Noturno
1	Centro de Treinamento M&P Academia	20	30
2	Igreja Sagrado Coração de Jesus	18	30
3	SAMU-Candiota	8	4
4	Afucan Centro Médico	48	24
5	Unidade De Saúde de Dario Lassance	48	24
6	Hotel pousada Candiota	6	43
7	Boate da Gringa	10	40
8	Restaurante da Ezi	78	11
9	Supermercado Sacolão - Rede Super	195	28
10	Peruzzo Supermercados	195	28
11	Ginásio de Esportes Lucas Porciúncula	48	10
12	Fun House - Creche Desativada	0	0
13	Posto Nico - Ipiranga	12	2
14	SEMAC Secretaria Municipal de Meio Ambiente	9	1
15	Assembleia de Deus Candiota	36	60
16	Secretaria municipal de assistência e inclusão social	9	1
17	Hotel Candiota	6	43
18	CTG Luiz Chirivino	48	10
19	CRM - Companhia Riograndense de Mineração	100	0
20	Pronto atendimento De Candiota	48	24
21	Laboratório Grillo	50	0
22	CFC CEBAL - Candiota autoescola	10	0
23	PROCON Candiota	10	0
24	Bendito PUB	10	40
25	Igreja de Dario Lassance	18	30
26	Open Bar	10	40
27	Hotel Dal Cortivo	6	43
28	Pousada Casa de Pedra	6	43
29	Transbalta Transportes	15	0
30	Posto da Antena	12	2
31	CGT Eletrosul - Estação Elétrica	5	1
32	CTG Candeeiro do Pago - Centro de Tradições	48	10
33	Centro de Cultural de Candiota	50	0

Tabela 19 – Matriz de ocupação humana no entorno da UTE Candiota

N°	Empresa / Setor censitário	População	
		Diurno	Noturno
34	Mirante do Básico - Atração turística	100	0
35	Casa da Criança - Centro de acolhimento social	45	5
36	Clube Social e Recreativo Candiota	95	20
37	Brigada Militar de Candiota	9	1
38	EEEM Jerônimo Mercio da Silveira	195	28
39	430435805000001	350	350
40	430435805000002	397	397
41	430435805000003	563	563
42	430435805000008	969	969
43	430435805000009	636	636
44	430435805000012	651	651
45	430435805000014	82	82
46	430435805000015	20	20
47	430435805000016	659	659
48	430435805000017	523	523
49	430435805000018	376	376
50	430435805000019	118	118
51	430435820000002	0	0

Fonte: INERCO, 2026.

3.8 Características Climáticas e Meteorológicas

Para o presente trabalho, foi contratado a empresa Orca Services para realizar o levantamento dos dados meteorológicos existentes ao longo da área de influência onde está inserida a UTE-Candiota, considerando os seguintes critérios:

- *Localização da estação meteorológica;*
- *Tipos de parâmetros monitorados;*
- *Período de monitoramento de dados.*

Desta forma, buscou-se identificar as estações com melhor disponibilidade de dados meteorológicos, os quais, normalmente são gerados por estações automáticas. Foram utilizados os dados de 5 anos de dados que englobou o período de 2021 a 2025. da estação de meteorológica estação localizada na cidade vizinha de Bagé, cuja administração e operação é de responsabilidade do Inmet, órgão vinculado ao Ministério da Agricultura, pois conforme demonstrado na Figura 10, esta é a estação automática mais próxima da UTE-Candiota.

Os dados foram tratados de forma a apresentar a velocidade média dos ventos. A partir destes dados foram extraídos também a temperatura e umidade médias para o período diurno (06h01min até 18h00min) e noturno (18h01min até 06h00min).

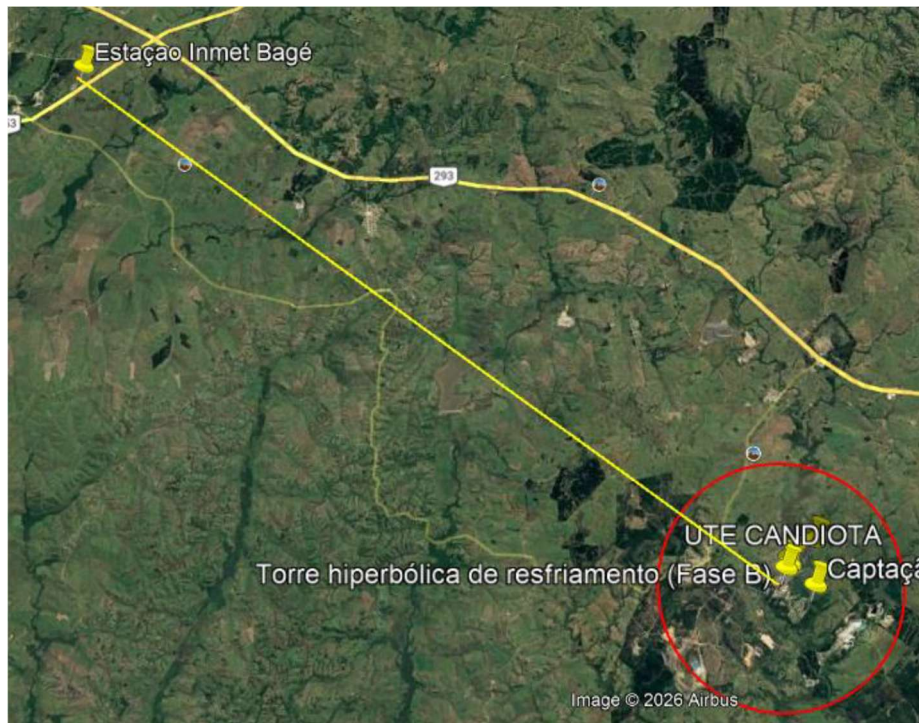


Figura 10 Mapa indicando a distância (39 km) em linha reta entre a estação meteorológica de Bagé e a UTE Candiota

Fonte: Google Earth e INMET, 2026.

Os dados meteorológicos oriundos de fontes oficiais (INMET) foram processados e avaliados por um meteorologista, e o laudo encontra-se no ANEXO IV – Base de dados meteorológicos.

As Tabela 20 e Tabela 21 mostram o resumo dos dados meteorológicos utilizados.

Tabela 20 – Dados meteorológicos médios²

Parâmetro	Período diurno	Período noturno
Temperatura média do ar	21,0 °C	15,8 ° C
Temperatura do solo	26,0 °C	15,8 ° C
Umidade média do ar	68%	84%
Velocidade Média do Vento	3,8 m/s	3,2 m/s
Estabilidade Atmosférica	B / C	D

Fonte: INERCO, 2026

Tabela 21 Frequências médias anuais da direção dos ventos disponibilizado no INMET

Direção De → Para	Frequência média (%)	
	Período diurno	Período noturno
N - S	10,8	12,3
NE - SO	16,3	22,5
E - O	16,8	23,4
SE - NO	20,3	19,8
S – N	11,4	6,9
SO - NE	10,5	6,0
O - E	6,4	3,9
NO - SE	7,5	5,2

Fonte: INERCO, 2026.

A Figura 11 e a Figura 12 apresentam a distribuição global dos ventos em cada direção para os respectivos períodos.

² Para o período diurno foi adotada a temperatura do solo 5 °C acima da temperatura do ar, enquanto a noturna será a igual a temperatura do ar.

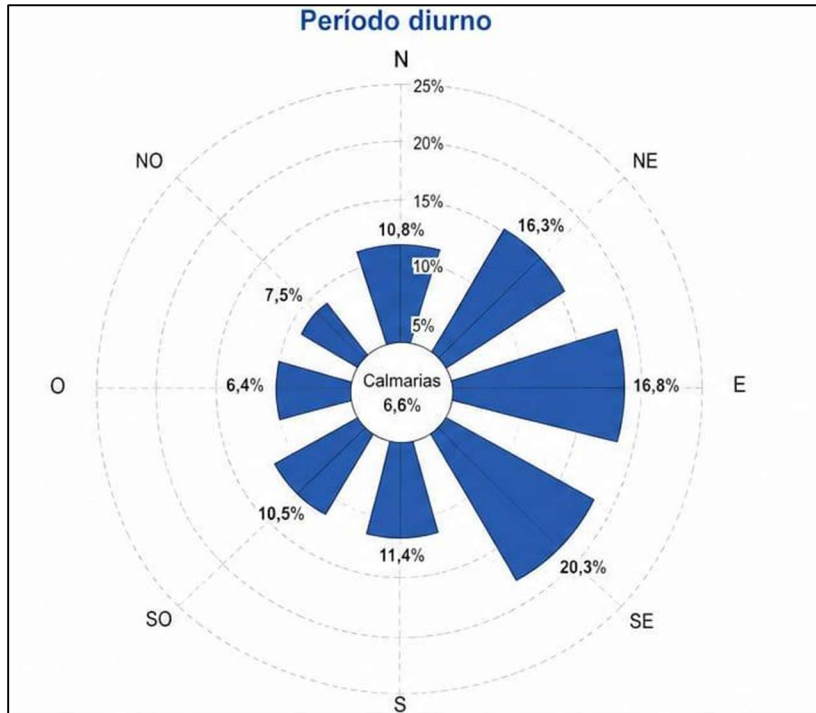


Figura 11 Distribuição global dos ventos no período diurno

Fonte: INERCO, 2026.

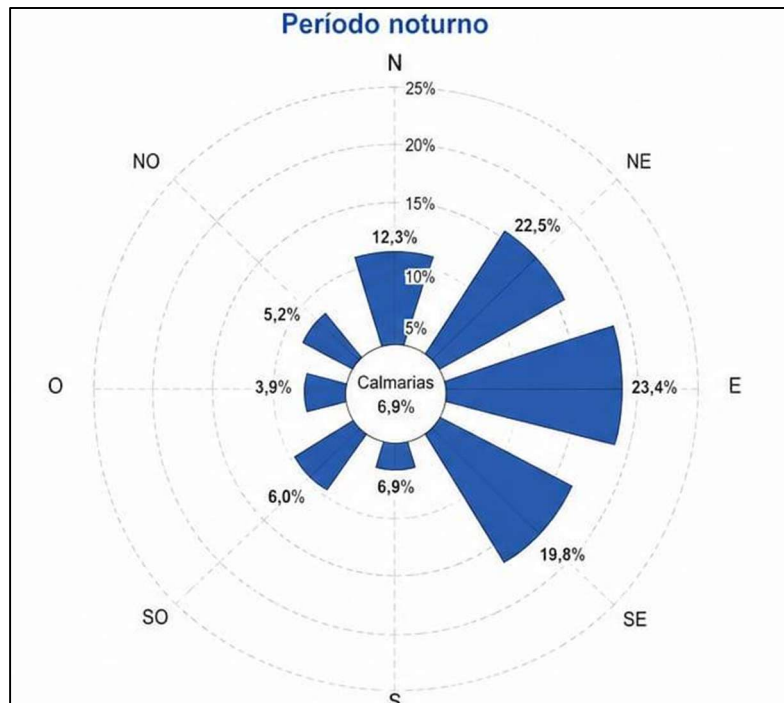


Figura 12 Distribuição global dos ventos no período noturno

Fonte: INERCO, 2026.

3.9 Análise Histórica de Acidentes (AHA)

Este item tem por finalidade apresentar uma Análise Histórica de Acidentes (AHA) em empreendimentos similares a UTE Candiota e os dados são apresentados no Anexo XIII deste estudo. A análise foi obtida a partir de dados internacionais compilados em um banco de dados denominado BARPI (acrônimo francês para Bureau para Análise de Riscos e Poluições Industriais) *AriaAnalysis, Research and Information on Accidents* (Análise, Pesquisa e Informações sobre Acidentes), e outros bancos de dados proprietários com mais de 50.000 entradas, entre 1984 e 2024.

De forma geral, os resultados da análise histórica indicam que incêndios, explosões e vazamentos constituem os cenários acidentais mais recorrentes em instalações associadas à geração de energia e ao manuseio de combustíveis industriais gasosos e líquidos. Isso inclui o uso e o manuseio de hidrogênio e óleo combustível, contemplando o conjunto de substâncias presentes nas unidades analisadas.

A recorrência de eventos relacionados a falhas de gestão de riscos, procedimentos operacionais e integridade de equipamentos reforça a importância da adoção de práticas robustas de engenharia de segurança, análise de riscos e gestão da integridade de ativos ao longo de todo o ciclo de vida das instalações industriais.

No contexto das instalações associadas à geração de energia, destacam-se como principais origens dos eventos iniciadores os sistemas de tubulação, os equipamentos rotativos, os sistemas de processo térmico e as estruturas de armazenamento. Em termos de causa primária, observa-se predominância de perda de contenção, seguida por falhas de equipamento e erros operacionais, enquanto os eventos mais frequentes correspondem a incêndios, liberações ou vazamentos prolongados e explosões.

Nos eventos associados ao hidrogênio, sobressaem como principais origens dos eventos iniciadores os sistemas de tubulação, os equipamentos de processo, o transporte e o armazenamento. As causas raiz mais frequentes estão associadas à gestão de riscos e cultura de segurança, aos procedimentos e organização operacional e a aspectos de projeto e engenharia de processo. Predominam, nesse conjunto, os eventos de liberação ou vazamento prolongado de substâncias, seguidos por liberações de substâncias perigosas, incêndios e explosões, em consonância com as propriedades físico-químicas do hidrogênio e sua elevada suscetibilidade à perda de contenção e ignição.

Para os eventos associados ao óleo combustível, verifica-se predominância de cenários relacionados à perda de contenção em sistemas de tubulação, transporte e armazenamento, resultando principalmente em liberações ou vazamentos prolongados com impactos ambientais e danos materiais. Esse comportamento é compatível com os riscos típicos associados ao armazenamento, à transferência e ao transporte de combustíveis líquidos em instalações de geração de energia.

Em conjunto, os resultados reforçam que a prevenção de acidentes em instalações desse tipo depende de abordagem integrada envolvendo gestão de riscos, disciplina operacional, monitoramento das condições de processo, integridade mecânica, controle de fontes de ignição e atenção especial aos sistemas mais críticos identificados para cada contexto analisado.

4 IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS

Este capítulo contempla a etapa de identificação dos perigos associados às operações que envolvem os produtos inflamáveis selecionados no Capítulo 3 decorrente das atividades desenvolvidas pela UTE-Candiota.

A APR é uma técnica que visa identificar os principais perigos e eventos acidentais, suas possíveis causas e consequências, avaliando qualitativamente seus riscos, considerando as salvaguardas existentes. O foco da APR é, principalmente, em cenários de perda de contenção primária de produtos inflamáveis, tóxico, poluentes, asfixiantes etc., que possam levar a consequências indesejáveis (incêndio, explosão, BLEVE etc.), resultando em danos às pessoas, instalações, meio ambiente e imagem da empresa.

Considerando a complexidade da usina, a APR foi dividida em “nós”, onde cada nó apresenta trechos específicos da usina para avaliação. Os parâmetros de severidade e frequência foram retirados do Anexo 1 do Parecer N° 27/2025/CPREV/CGEMA/DIPRO do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, bem como as definições dos níveis de Risco utilizados neste trabalho.

A APR foi elaborada através do preenchimento de uma planilha específica, apresentada na Figura 13, cuja explicação de seus campos está apresentada na sequência:

- **Perigo:** evento que define a hipótese acidental e está normalmente associado a uma ou mais condições com potencial de causar danos às pessoas, ao patrimônio ao meio ambiente e a imagem;
- **Causas:** fatos geradores dos eventos acidentais descritos na coluna “Perigo”, que geralmente estão associados à ocorrência de falhas intrínsecas em equipamentos ou com a execução de procedimentos errados / inadequados (falhas operacionais / erros humanos);
- **Efeitos:** possíveis consequências associadas a um determinado perigo, sendo categorizadas para pessoas, instalações, meio ambiente e imagem;
- **Detecção e Salvaguarda:** Meio ou instrumentos de detecção e salvaguardas de vazamentos ou das tipologias acidentais provindas dos vazamentos;
- **Categoria de Frequência:** A quarta coluna corresponde à frequência de ocorrência das causas dos Riscos identificados. O Grupo de Trabalho adotou as categorias sugeridas no Anexo 1 do Parecer N° 5 do IBAMA e apresentadas na sequência na Tabela 22;

-
- **Categoria de Severidade:** Graduação qualitativa do efeito associado ao cenário acidental, de acordo com a classificação apresentada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, retirada do Anexo 1 do Parecer N° 5 do IBAMA. A avaliação da categoria da severidade das consequências considera o Risco Mitigado, isto é, com os meios de proteção e detecção já previstos no projeto;
 - **Categorização do Risco:** Relação estabelecida entre os níveis definidos de frequência e consequência de um determinado Risco, de acordo com a matriz de Risco estabelecido no Anexo 1 do Parecer N° 5 do IBAMA e apresentada na Figura 14 a seguir. Na Tabela 24 é apresentado a classificação dos riscos;
 - **Observações/Recomendações:** Observações pertinentes ao Risco e respectivos cenários acidentais, sistemas de segurança existentes ou recomendações para o gerenciamento dos riscos associados.

Análise Preliminar de Risco (APR)														
Empresa:				Área:				Sistema:				Data:		
Fluxogramas:														
Elaborado por:														
Item	Perigo	Causa	Efeitos	Detecções e salvaguardas	Freq.	Público interno		Público externo		Instalações		Meio ambiente		Observações / Recomendações
						Sev.	Risco	Sev.	Risco	Sev.	Risco	Sev.	Risco	

Figura 13 Modelo de planilha de APR

Tabela 22 Categorias de frequência das hipóteses acidentais

Denominação		Descrição/características
Extremamente Remota	A	Cenários que dependam de falhas múltiplas de sistemas de proteção ou ruptura por falha mecânica de vasos de pressão. Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
Remota	B	Falhas múltiplas no sistema (humanas e/ou equipamentos) ou rupturas de equipamentos de grande porte. Não esperado de ocorrer durante a vida útil da instalação. Sem registro de ocorrência prévia na instalação.
Improvável	C	A ocorrência do cenário depende de uma única falha (humana ou equipamento).
Provável	D	Esperada uma ocorrência durante a vida útil do sistema.
Frequente	E	Pelo menos uma ocorrência do cenário já registrada no próprio sistema. Esperando ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação.

Fonte: INERCO, 2026.

Tabela 23 Categorias de severidade das consequências das hipóteses acidentais

Denominação		Descrição/características
Desprezível	I	Incidentes operacionais que podem causar indisposição ou mal-estar ao pessoal e danos insignificantes ao meio ambiente e equipamentos (facilmente reparáveis e de baixo custo). Sem impactos ambientais.
Marginal	II	Com potencial para causar ferimentos ao pessoal, pequenos danos ao meio ambiente ou equipamentos/instrumentos. Redução significativa da produção. Impactos ambientais restritos ao local da instalação, controlável.
Crítica	III	Com potencial para causar uma ou algumas vítimas fatais ou grandes danos ao meio ambiente ou às instalações. Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe.
Catastrófica	IV	Com potencial para causar várias vítimas fatais. Danos irreparáveis ou impossíveis (custo/ tempo) às instalações.

Fonte: INERCO 2026.

			Categoria de Frequência				
			A	B	C	D	E
			Extremamente remota	Remota	Improvável	Provável	Frequente
Categorias de severidade dos efeitos	IV	Catastrófica	Menor	Moderado	Sério	Crítico	Crítico
	III	Crítica	Desprezível	Menor	Moderado	Sério	Crítico
	II	Marginal	Desprezível	Desprezível	Menor	Moderado	Sério
	I	Desprezível	Desprezível	Desprezível	Desprezível	Menor	Moderado

Figura 14 Matriz de risco para classificação das hipóteses acidentais

Tabela 24 Classificação do risco

Categoria de Risco	Descrição do Nível de Controle Necessário
Desprezível	Não há necessidade de medidas adicionais. A monitoração é necessária para assegurar que os controles sejam mantidos.
Menor	Não há necessidade de medidas adicionais. A monitoração é necessária para assegurar que os controles sejam mantidos.
Moderado	Medidas adicionais devem ser avaliadas com o objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementadas aquelas consideradas praticáveis.
Sério	Necessita de controles adicionais. Controles adicionais devem ser avaliados com o objetivo de se obter uma redução dos riscos e implementar aqueles considerados praticáveis.
Crítico	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência ou a severidade das consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos.

Fonte: INERCO, 2026.

As hipóteses identificadas na APR estão associadas a diferentes tipos de liberação de produtos inflamáveis e tóxicos, ou seja, ocorrência de vazamentos em recipientes utilizados para armazenamento (tanques e cilindros), caldeiras, separadores, gerador de turbina, sistemas de transferência (linhas de processos, mangote e bombas), sistemas de abastecimento / carregamento (caminhões-tanques) e abertura espúria em PSVs.

No caso das Fases A e B, foi estabelecido entre a INERCO e a Âmbar que a Análise Preliminar de Riscos (APR) utilizada seria aquela previamente elaborada pela empresa DNV. Essa decisão fundamenta-se no fato de não ter ocorrido operação durante o período considerado, bem como na inexistência de alterações significativas nas condições de processo ou de instalação que justificassem a realização de uma nova análise. Em conformidade com os critérios de rastreabilidade e documentação técnica, este procedimento encontra respaldo no Anexo D – Estudo de Análise de Riscos EAR UTE Candiota (Fases A, B e C), Relatório Técnico nº 13BELU0-3 – Rev0.

No total foram identificados 128 cenários na Fase C e 16 na Fase A e B.

As planilhas da APR preenchidas encontram-se no Anexo V e a lista de presença da reunião encontra-se no Anexo VI.

4.1 Consolidação das hipóteses acidentais

Para a etapa quantitativa da presente análise de riscos, iniciando-se a partir das simulações dos vazamentos (Capítulo 4) foram levadas em consideração as hipóteses que envolvem vazamentos de produtos perigosos identificadas na APR com severidade III e IV. Do total de 80 na Fases A e B e 278 hipóteses na fase C e, seguem para Análise de Consequências e estimativa de riscos, conforme apresentado na Tabela 25 e Tabela 26.

Tabela 25 Hipóteses acidentais selecionadas para o estudo AQR da Fase A e B

Hipótese	Descrição da hipótese
Produção de Hidrogênio	
1	Rompimento catastrófico do Reator por impacto mecânico ou falha estrutural
2	Rompimento catastrófico do cilindro de H2 por impacto mecânico ou falha estrutural
Óleo diesel – Fase A (55m³)	
1	Vazamento nas linhas por impacto mecânico ou falha estrutural
2	Rompimento catastrófico do tanque por impacto mecânico ou falha estrutural
Óleo diesel – Fase B (200 m³)	
1	Vazamento nas linhas por impacto mecânico ou falha estrutural
2	Rompimento catastrófico do tanque por impacto mecânico ou falha estrutural
Óleo Combustível – estocagem 5000 m³	
1	Vazamento nas linhas por impacto mecânico ou falha estrutural
2	Rompimento catastrófico do tanque por impacto mecânico ou falha estrutural
Óleo Combustível – Fase A (125 m³)	
1	Vazamento nas linhas por impacto mecânico ou falha estrutural
2	Rompimento catastrófico do tanque por impacto mecânico ou falha estrutural
Óleo Combustível – Fase B (500 m³)	
1	Vazamento nas linhas por impacto mecânico ou falha estrutural
2	Rompimento catastrófico do tanque por impacto mecânico ou falha estrutural
Caldeira Unidade 1 e 2 – Fase A	
1	Ignição retardada de GLP na câmara de combustão da caldeira por falha no sistema de instrumentação da caldeira
2	Ignição retardada de diesel na câmara de combustão da caldeira por falha no sistema de instrumentação da caldeira
Caldeira Unidade 3 e 4 – Fase B	
1	Ignição retardada de GLP na câmara de combustão da caldeira por falha no sistema de instrumentação da caldeira
2	Ignição retardada de Óleo Combustível na câmara de combustão da caldeira por falha no sistema de instrumentação da caldeira

Fonte: INERCO, 2026

Tabela 26 Hipóteses acidentais selecionadas para o estudo AQR da Fase C

Hipótese	Descrição da hipótese
3 Sistema de dosagem química	
1	Grande liberação dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001
2	Pequena liberação dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001
3	Grande liberação na Linha Ø32X2,5-SS dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001
4	Pequena liberação na Linha Ø32X2,5-SS dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001
5	Ruptura total do Sistema de bombas 5QCD41CP501;5QCD42CP501, 5QCD43CP501,5QCD44CP501 dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001
6	Vazamento através de 10% do diâmetro do Sistema de bombas 5QCD41CP501;5QCD42CP501, 5QCD43CP501,5QCD44CP501 dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001
7	Grande liberação na Linha Ø25X3,0-SS do Sistema de bombas 5QCD41CP501;5QCD42CP501, 5QCD43CP501,5QCD44CP501 dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001
8	Pequena liberação na Linha Ø25X3,0-SS do Sistema de bombas 5QCD41CP501;5QCD42CP501, 5QCD43CP501,5QCD44CP501 dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001
5 Sistema distribuição de óleo combustível	
1	Grande liberação de óleo combustível do Tanque diário de óleo combustível 300 m3 5EGH01BB0001
2	Pequena liberação de óleo combustível do Tanque diário de óleo combustível 300 m3 5EGH01BB0001
3	Grande liberação de óleo combustível na Linha Ø219X6 à montante do Tanque diário de óleo combustível 300 m3 5EGH01BB0001
4	Pequena liberação de óleo combustível na Linha Ø219X6 à montante do Tanque diário de óleo combustível 300 m3 5EGH01BB0001
5	Grande liberação de óleo combustível na Linha Ø133X4 à jusante do Tanque diário de óleo combustível 300 m3 5EGH01BB0001
6	Pequena liberação de óleo combustível na Linha Ø133X4 à jusante do Tanque diário de óleo combustível 300 m3 5EGH01BB0001
7	Ruptura total do sistema das bombas 5EGH01AP001 /5EGH02AP001 a montante Tanque diário de óleo combustível 300 m3 5EGH01BB0001
8	Vazamento através de 10% do diâmetro do sistema das bombas 5EGH01AP001 /5EGH02AP001 a montante Tanque diário de óleo combustível 300 m3 5EGH01BB0001
9	Ruptura total dos sistemas das bombas 5EGH01AP002 / 5EGH02AP002 a jusante Tanque diário de óleo combustível 300 m3
10	Vazamento através de 10% do diâmetro dos sistemas das bombas 5EGH01AP002 / 5EGH02AP002 a jusante Tanque diário de óleo combustível 300 m3

Hipótese	Descrição da hipótese
11	Vazamento de óleo combustível devido a ruptura do aquecedor 5EGH01AC001 à jusante da bomba 5EGH01AP002
12	Vazamento de óleo combustível devido a ruptura do aquecedor 5EGH02AC001 à jusante da bomba 5EGH02AP002
13	Grande liberação de óleo combustível na Linha Ø108X4 a jusante do aquecedor 5EGH01AC001
14	Pequena liberação de óleo combustível na Linha Ø108X4 a jusante do aquecedor 5EGH01AC001
6 Caldeiras e sistemas auxiliares	
1	Formação de atmosfera explosiva na fornalha, na partida da caldeira 5 ou Formação de mistura (carvão + ar) dentro da faixa de inflamabilidade, no circuito de carvão pulverizado
2	Grande liberação de óleo combustível na Linha Ø108X4 à jusante da caldeira 5
3	Pequena liberação de óleo combustível na Linha Ø108X4 à jusante da caldeira 5
4	Sobrepresão de vapor na caldeira 5
5	Sobrepresão das linhas de utilidades da caldeira 5
6	Grande liberação de vapor devido à ruptura da caldeira sob alta pressão caldeira 5
7 Caldeira Auxiliar	
1	Vazamento de óleo diesel devido à ruptura catastrófica do Tanque de óleo combustível
2	Vazamento de óleo diesel devido à Furo de 10 mm do Tanque de óleo combustível
3	Grande liberação de óleo diesel na linha Ø à jusante do Tanque de óleo combustível e a montante do skid da Bomba de diesel B-201
4	Pequena liberação de óleo diesel na linha de saída do Tanque de óleo combustível
5	Vazamento de óleo combustível devido à ruptura de mangote na saída do descarregamento do caminhão tanque de combustível
6	Grande vazamento de óleo combustível devido à ruptura total da Bomba de diesel B-201
7	Vazamento de diesel através de 10% do diâmetro da Bomba de diesel B-201
8	Grande vazamento de diesel devido à Ruptura total do skid de Bombas transferência diesel B-501 / B-502
9	Vazamento de diesel através de 10% do diâmetro do skid de Bombas transferência diesel B-501 / B-502
10	Acúmulo de mistura inflamável na fornalha na partida da caldeira auxiliar código 11650
11	Grande liberação de vapor devido à ruptura catastrófica da caldeira auxiliar código 11650
12	Acúmulo de mistura inflamável na fornalha na partida da caldeira auxiliar código 11651
13	Grande liberação de vapor devido à ruptura catastrófica da caldeira auxiliar código 11651

Hipótese	Descrição da hipótese
14	Grande vazamento de diesel devido à ruptura total da Bomba de pressurização de óleo diesel BO-001 na entrada da caldeira auxiliar código 11651
15	Pequeno vazamento de diesel através de 10% do diâmetro da Bomba de pressurização de óleo diesel BO-001 na entrada da caldeira auxiliar código 11651
16	Grande vazamento de diesel devido à ruptura total da Bomba de pressurização de óleo diesel BO-001 na entrada da caldeira auxiliar código 11650
17	Pequeno vazamento de diesel através de 10% do diâmetro da Bomba de pressurização de óleo diesel BO-001 na entrada da caldeira auxiliar código 11650
18	Grande vazamento devido à ruptura do caminhão tanque de combustível
8 Gerador	
1	Vazamento de óleo lubrificante devido à ruptura do tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001
2	Furo de 10 mm do tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001
3	Grande liberação de óleo lubrificante na linha Ø89x4 na saída do tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001
4	Pequena liberação de óleo lubrificante na linha Ø89x4 na saída do tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001
5	Ruptura total do Trocador de calor na saída tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001
6	Vazamento através de 10% do diâmetro do Trocador de calor na saída tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001
7	Vazamento no Tanque de Regeneração de óleo 5MAV01BB001
8	Ruptura total do Trocador de calor 5MAU80AC001 / 5MAU80AC002
9	Vazamento através de 10% do diâmetro do Trocador de calor 5MAU80AC001 / 5MAU80AC002
10	Grande liberação de óleo lubrificante das linhas Ø25x2 na saída dos Trocador de calor 5MAU80AC001 / 5MAU80AC002
11	Pequena liberação de óleo lubrificante das linhas Ø25x2 na saída dos Trocador de calor 5MAU80AC001 / 5MAU80AC002
12	Vazamento de H2 nos 20 Cilindros de H2
13	Vazamento de CO2 nos 20 Cilindros de CO2
14	Grande liberação de Hidrogênio nas linhas de alimentação e saída do gerador de energia elétrica A1B0B6DO
15	Pequena liberação de Hidrogênio nas linhas de alimentação e saída do gerador de energia elétrica A1B0B6DO
16	Grande liberação de H2 nas linhas do Secador de hidrogênio
17	Pequena liberação de H2 nas linhas do Secador de hidrogênio
18	Grande liberação de H2 nas ØDN25 linhas de conexão com os Cilindros de H2
19	Pequena liberação de H2 nas ØDN25 linhas de conexão com os Cilindros de H2
11 Ciclo Térmico	

Hipótese	Descrição da hipótese
1	Grande de Vazamento de água desmineralizada no Sistema de Polimento de Condensado
2	Pequeno de vazamento de água desmineralizada no Sistema de Polimento de Condensado
3	Grande liberação de água desmineralizada na linha Ø325x8 à montante do Sistema de Polimento de Condensado
4	Pequena liberação de água desmineralizada na linha Ø325x8 à montante do Sistema de Polimento de Condensado na entrada do Sistema de Polimento de Condensado
5	Grande liberação de água desmineralizada na linha Ø325x8 na saída do Sistema de Polimento de Condensado
6	Pequena liberação de água desmineralizada na linha Ø325x8 à jusante do Sistema de Polimento de Condensado na entrada do Sistema de Polimento de Condensado
7	Contaminação da Caldeira devido a Ruptura de 10 tubos do Condensador 5MAG10AY001 ao mesmo tempo do ciclo térmico
8	Grande Vazamento de óleo Eletro hidráulico (EH) no Tanque de armazenamento de óleo EH (sem pressão)
9	Pequeno Vazamento de óleo Eletro hidráulico (EH) no Tanque de armazenamento de óleo EH (sem pressão)
10	Grande Vazamento de óleo Eletro hidráulico (EH) na linha à jusante do Tanque de armazenamento de óleo EH (sem pressão) e à montante da bomba 5MAY00AP003
11	Pequeno Vazamento de óleo Eletro hidráulico (EH) na linha à jusante do Tanque de armazenamento de óleo EH (sem pressão) e à montante da bomba 5MAY00AP003
12	Ruptura total da Bomba 5MAY00AP003
13	Vazamento através de 10% do diâmetro da Bomba 5MAY00AP003
14	Grande Vazamento de óleo Eletro hidráulico (EH) na linha à jusante da bomba 5MAY00AP003 e à montante até as válvulas de controle da turbina
15	Pequeno Vazamento de óleo Eletro hidráulico (EH) na linha à jusante da bomba 5MAY00AP003 e à montante até as válvulas de controle da turbina
16	Ruptura total da Bomba 5MAY00AP003
17	Vazamento através de 10% do diâmetro da Bomba 5MAY00AP003
18	Grande Vazamento de óleo Eletro hidráulico (EH) na linha à jusante da bomba 5MAY00AP003 e à montante até as válvulas de controle da turbina
19	Pequeno Vazamento de óleo Eletro hidráulico (EH) na linha à jusante da bomba 5MAY00AP003 e à montante até as válvulas de controle da turbina
20	Liberação de todo o inventário de água do Trocadores de calor de Placas A/B do circuito fechado de refrigeração
21	Vazamento de água através de um furo no Trocadores de calor de Placas A/B do circuito fechado de refrigeração
22	Ruptura de 10 tubos ao mesmo tempo dos Trocadores de calor de tubos e casco A/B do circuito fechado de refrigeração
23	Grande liberação de H ₂ na linha Ø18x2 à montante dos Trocadores de calor de tubos A/B do circuito fechado de refrigeração

Hipótese	Descrição da hipótese
24	Pequena liberação de H2 na linha Ø18x2 à montante dos Trocadores de calor de tubos A/B do circuito fechado de refrigeração
25	Grande liberação de H2 na linha Ø18x2 à montante dos Trocadores de calor de tubos A/B do circuito fechado de refrigeração
26	Pequena liberação de H2 na linha Ø18x2 à montante dos Trocadores de calor de tubos A/B do circuito fechado de refrigeração
27	Ruptura do Trocadores de calor A/B do circuito fechado de refrigeração
28	Liberação de todo o inventário de H2 nos Trocadores de calor (casco/ tubo) A/B/C/D à montante do Gerador
29	Vazamento através de um furo no Trocadores de calor (casco H2 e tubo) A/B/C/D à montante do Gerador
30	Grande liberação na linha Ø159x4,5 à montante dos Trocadores de calor (casco H2 e tubo) A/B/C/D para a entrada do Gerador
31	Pequena liberação de na linha Ø159x4,5 à montante dos Trocadores de calor (casco H2 e tubo) A/B/C/D para a entrada do Gerador
32	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de Placas A/B para bomba de vácuo
33	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo no Trocadores de calor de Placas A/B para bomba de vácuo
34	Grande liberação de óleo lubrificante na linha Ø76X3,5 à montante do Trocadores de calor de Placas A/B para bomba de vácuo
35	Pequena liberação de óleo lubrificante na linha Ø76X3,5 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B para bomba de vácuo
36	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de Placas A/B para as turbinas
37	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo no Trocadores de calor de Placas A/B para as turbinas
38	Grande liberação de óleo lubrificante na linha Ø219X6 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B para as turbinas
39	Pequena liberação de óleo lubrificante na linha Ø219X6 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B para as turbinas
40	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de Placas A/B para os moinhos
41	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo nos Trocadores de calor de Placas A/B para os moinhos
42	Grande liberação de óleo lubrificante na linha Ø32X2,5 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B para as turbinas
43	Pequena liberação de óleo lubrificante na linha Ø32X2,5 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B para as turbinas
44	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de Placas A/B para os ventiladores de ar primário
45	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo nos Trocadores de calor de Placas A/B ventiladores de ar primário

Hipótese	Descrição da hipótese
46	Grande liberação de óleo lubrificante na linha Ø45X2,5 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B ventiladores de ar primário
47	Pequena liberação de óleo lubrificante na linha Ø45X2,5 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B ventiladores de ar primário
48	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de Placas A/B para os ventiladores de ar primário
49	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo nos Trocadores de calor de Placas A/B ventiladores de ar secundário
50	Grande liberação de óleo lubrificante na linha Ø25X2 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B ventiladores de ar secundário
51	Pequena liberação de óleo lubrificante na linha Ø25X2 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B ventiladores de ar secundário
52	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de casco e tubo A6/A7/A8
53	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo nos Trocadores de calor de casco e tubo A6/A7/A8
54	Grande liberação de óleo lubrificante nas linhas Ø134X4 dos Trocadores de calor de casco e tubo A6/A7/A8
55	Pequena liberação de óleo lubrificante nas linhas Ø134X4 dos Trocadores de calor de casco e tubo A6/A7/A8
56	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de casco e tubo B6/B7/B8
57	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo nos Trocadores de calor de casco e tubo B6/B7/B8
59	Grande liberação de óleo lubrificante nas linhas Ø134X4 dos Trocadores de calor de casco e tubo B6/B7/B8
60	Pequena liberação de óleo lubrificante nas linhas Ø134X4 dos Trocadores de calor de casco e tubo B6/B7/B8
61	Grande vazamento nas linhas Ø325X6 dos Trocadores de calor
62	Pequeno vazamento nas linhas Ø325X6 dos Trocadores de calor

Fonte: INERCO, 2026.

5 ESTIMATIVA DOS EFEITOS FÍSICOS E AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE

Esse capítulo contempla a simulação dos efeitos físicos e a análise de vulnerabilidade para as hipóteses acidentais relacionadas a vazamentos de produtos inflamáveis que eventualmente venham a ocorrer durante as operações da UTE-Candiota.

As hipóteses acidentais selecionadas no Capítulo 4 geram diferentes tipologias acidentais (cenários), de acordo com as características e o comportamento dos produtos analisados quando liberados no meio ambiente.

Para as simulações das hipóteses acidentais consideradas no presente estudo, foi utilizado o *Process Hazard Analysis Software Tools* (PHAST), versão 9.0, desenvolvido pela DNV-Technica.

As hipóteses estudadas foram caracterizadas considerando os seguintes aspectos:

- a) Características da liberação, como área do furo e tipo de liberação;
- b) Quantidade e fluxo mássico da liberação;
- c) Duração da liberação;
- d) Altura da fonte de escape;
- e) Características meteorológicas, como velocidade do vento, pressão atmosférica, temperatura ambiente e umidade relativa do ar;
- f) Fator de rugosidade do terreno.

5.1 Fenômenos estudados

De acordo com as características físico-químicas das substâncias e a presença de fontes de ignição, poderá haver um desencadeamento de situações acidentais. Os cenários acidentais descritos referem-se às características de líquidos inflamáveis e gases inflamáveis liquefeitos. Os cenários acidentais provenientes de ignição imediata ocorrem de acordo com o tipo de liberação considerada: vazamentos instantâneos ou vazamentos contínuos. Os vazamentos instantâneos caracterizam-se pela liberação de todo o inventário armazenado no sistema em análise, instantaneamente. Os vazamentos contínuos caracterizam-se pelo vazamento ao longo do tempo, com a taxa de vazamento variante até que todo o inventário armazenado seja vazado.

5.1.1 Líquido inflamável

O vazamento de um líquido inflamável faz com que, em um primeiro momento, o produto se espalhe pelo solo formando uma poça, cujas dimensões dependerão da taxa de alimentação (vazão da liberação), das características da substância, do tipo de solo e da presença de obstáculos, como por exemplo, diques de contenção.

O fenômeno seguinte à formação da poça é a evaporação do produto, cuja taxa depende do tamanho da poça, da troca térmica com o ar e o solo, da velocidade do vento, do tipo de solo e das características da substância (volatilidade). Uma vez formada a nuvem em condições inflamáveis, está ao encontrar uma fonte de ignição poderá gerar dois fenômenos: incêndio em nuvem (*flashfire*) e explosão da nuvem de vapor não confinada (*unconfined vapor cloud explosion – UVCE*).

O *flashfire* é a ignição retardada de uma nuvem de vapor sem efeitos de sobrepressão, porém com efeitos térmicos, e a *UVCE* é a ignição retardada de uma nuvem de vapor onde ocorrem efeitos significativos de sobrepressão, gerando danos às pessoas, equipamentos e edificações. No *flashfire* ocorre a ignição da massa de vapor sem uma considerável emissão de radiação térmica ao longo da distância. Portanto, a menos que haja um indivíduo dentro da área ocupada pela mistura inflamável, este evento não traz maiores consequências à população circunvizinha.

A ocorrência de uma explosão de nuvem na atmosfera está diretamente relacionada com a massa de produto existente entre os limites de inflamabilidade na nuvem de vapor e ao seu grau de confinamento.

Conforme conceito anterior, os dois fenômenos estão relacionados, ou seja, uma *UVCE* não ocorre sem que o *flashfire* tenha ocorrido e eventos com ocorrência de *flashfire* podem ou não gerar *UVCE*.

5.1.2 Gás inflamável

Os cenários acidentais provenientes de ignição imediata ocorrem de acordo com o tipo de liberação considerada: vazamentos contínuos. Os vazamentos contínuos caracterizam-se pelo vazamento ao longo do tempo, com a taxa de vazamento variante até que todo o inventário armazenado seja vazado.

Nos vazamentos contínuos, a alta velocidade de um gás ou vapor sob pressão acarreta a formação de um jato que arrasta grande quantidade de ar devido à sua turbulência. De modo geral, sempre que a pressão do produto estiver pelo menos duas vezes acima da pressão ambiente haverá a formação do jato. Apesar da resistência do ar ao escoamento, a velocidade de saída do produto pode atingir centenas de metros por segundos (condições críticas). Tal velocidade é máxima ao longo do eixo da saída e diminui à medida que se afasta da fonte. Não há influência da velocidade do vento uma vez que esta é bem inferior à velocidade do jato.

Uma vez formado o jato de produto, se uma fonte de ignição estiver próxima e a concentração do produto estiver entre os limites de inflamabilidade haverá a formação de uma chama característica, denominada jato de fogo (*jet fire*).

No caso de não ocorrer ignição imediata, pode-se estudar o comportamento da nuvem de vapor na atmosfera e a possibilidade de ignição (ignição retardada), gerando tipologias acidentais.

Uma vez formada a nuvem em condições inflamáveis, esta, ao encontrar uma fonte de ignição, poderá gerar dois fenômenos: incêndio em nuvem (*flashfire*) e explosão de nuvem de vapor (*vapour cloud explosion - VCE*).

O *flashfire* é a ignição retardada de uma nuvem de vapor sem efeitos de sobrepressão, porém com efeitos térmicos, e a VCE é a ignição retardada de uma nuvem de vapor onde ocorrem efeitos significativos de sobrepressão, gerando danos às pessoas, equipamentos e edificações.

No *flashfire* ocorre a ignição da massa de vapor sem uma considerável emissão de radiação térmica ao longo da distância. Portanto, a menos que haja um indivíduo dentro da área ocupada pela mistura inflamável, este evento não traz maiores consequências à população circunvizinha.

A ocorrência de uma explosão de nuvem na atmosfera está diretamente relacionada com a massa de produto existente entre os limites de inflamabilidade na nuvem de vapor e ao seu grau de confinamento.

Conforme conceito anterior, os dois fenômenos estão relacionados, ou seja, uma VCE não ocorre sem que o *flashfire* tenha ocorrido e eventos com ocorrência de *flashfire* podem ou não gerar VCE.

5.2 Premissas dos modelos de simulação de consequências

Nesta seção são apresentadas algumas considerações sobre os dados de entrada das simulações.

5.2.1 Produtos de referência

As simulações realizadas buscaram representar os produtos movimentados nas instalações pertinentes às hipóteses identificadas na APR. A Tabela 27 mostra os produtos de referência utilizados nas simulações.

Tabela 27 Produtos utilizados nas simulações

Produto	Produto simulado	Referência
GLP	Propano	Norma P4.261
Óleo Combustível	N-Decano	
Óleo Diesel	N-Decano	
Óleo lubrificante	N-Decano	
Hidrogênio	Hidrogênio	
Hidróxido de amônio	Hidróxido de amônio	

Fonte: INERCO, 2026.

5.2.2 Tamanho dos furos

A magnitude de um vazamento está associada ao tamanho do furo. As hipóteses relacionadas com liberações de produto em linhas foram simuladas com as dimensões do ponto de vazamento da seguinte forma:

- 100% do diâmetro da tubulação para rupturas totais;
- 10% do diâmetro nominal da tubulação (até o limite de 50 mm) para vazamentos provenientes de rupturas parciais (fendas, trincas, furos).

Essas premissas utilizadas para determinação das dimensões dos vazamentos foram baseadas nos dados estatísticos evidenciados no Bevi, 2009, Tabela 27, p.42.

5.2.3 Modelos de simulação

As simulações foram realizadas de modo a representar de forma mais aproximada possível a hipótese acidental identificada previamente. Para isso, os seguintes modelos de simulação foram utilizados para representar cada caso evidenciado no presente estudo:

- *Line rupture* (ruptura de linha) – utilizado para a representação das hipóteses de tubulações curtas, linhas de transferência dentro de uma instalação, ou casos em que o reservatório de produto influencia na dinâmica do vazamento de trechos de linha relativamente próximos e conectados, obviamente, ao mesmo;
- *Leak* (vazamento) – utilizado para a representação das hipóteses de rupturas parciais (fendas ou furos nas tubulações);
- *Relief valve* (válvula de alívio) - utilizado para a representação das hipóteses de abertura indevida das válvulas de alívio dos reservatórios (as que são direcionadas para a atmosfera);

- *Catastrophic rupture* (ruptura catastrófica) – utilizado para a representação das hipóteses de ruptura dos reservatórios de armazenamento de produto, incluindo veículos-tanque. Este modelo também foi utilizado para representar um possível inventário vazado nas hipóteses de transbordamento (disponibilidade de uma poça de produto na área dos tanques).

5.2.4 Tempo de vazamento

No caso dos vazamentos contínuos, foi considerado no máximo 60 minutos (3.600 segundos), podendo esse tempo ser inferior apenas em caso de não existir massa suficiente para o vazamento perdurar por todo tempo (item 7.4.1.3, p.23, CETESB, 2011). Para a simulação da vulnerabilidade, de forma a manter o resultado mais conservador, os sistemas de controle e detecção existentes, bem como os recursos emergenciais, não serão considerados para atenuar o tempo de duração dos cenários acidentais.

5.2.5 Rugosidade da região

Para fins deste estudo, a região foi caracterizada como área industrial, ou seja, parâmetro de rugosidade igual a 1 m, equivalente a uma área com cobertura regular de obstáculos grandes, que é comumente utilizada para áreas de subúrbios, florestas e áreas industriais (DNV, 2012).

5.2.6 Outras considerações de entrada

Conforme definido no item 7.4.1.2, p.23 da norma CETESB, foi considerada a direção horizontal de vazamento para as hipóteses de vazamento em linhas aéreas, visto que nesta direção, são obtidas as maiores distâncias para os efeitos físicos.

5.2.7 Modelo matemático para determinação dos níveis de interesse

Os níveis de interesse fornecidos ao programa PHAST para o cálculo das distâncias provindas dos cenários acidentais de incêndio foram obtidos através da aplicação dos modelos matemáticos para o cálculo da probabilidade de morte ou óbito, denominados Probit (Pr).

O Probit estabelece uma relação entre o tempo de exposição e um determinado nível de radiação ou sobrepressão com a probabilidade de fatalidade. A relação entre a probabilidade de morte e o Probit correspondente segue uma curva do tipo sigmóide. A Tabela 28 apresenta o valor de Probit em função da probabilidade de morte, em valores percentuais.

Tabela 28 Probit e probabilidade de morte

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Fonte: RIVM "Purple Book", 2005.

Radiações térmicas

Os danos para o homem decorrentes de incêndios dependem da integral da radiação térmica incidente no tempo. A equação de Probit desenvolvida por *Tsao-Perry* relativa à letalidade tem a seguinte forma:

$$Pr = - 36,38 + 2,56 \ln (t \times I^{4/3}) \quad (2)$$

onde:

- Pr é o Probit correspondente a probabilidade de morte;
- t é a duração da exposição em segundos;
- I é a intensidade da radiação térmica em W/m².

No caso de incêndios estacionários (jato de fogo no caso do GLP), a duração do fenômeno pode ser grande (minutos ou horas), mas é presumível que as pessoas nas circunvizinhanças se distanciem da área perigosa até atingirem um local em que a radiação térmica seja suportável, sem dor. Segundo o documento do *Purple Book*, o tempo máximo para que as pessoas escapem para um local seguro é, em média, de 20 segundos.

De acordo com a Tabela 28 o valor de Probit para 1, 50 e 99% de fatalidade são de 2,67, 5,00 e 7,33, respectivamente. Sendo assim, a Tabela 29 a seguir apresenta os valores de radiação térmica correspondentes à probabilidade de fatalidade.

Tabela 29 Probit, probabilidade de fatalidade e radiação térmica

Tempo de exposição (s)	Probit	Probabilidade de fatalidade (%)	Radiação térmica (kW/m ²)
20	7,33	99	38,50 ³
20	5,00	50	19,46
20	2,67	1	9,83

Fonte: INERCO, 2026.

Nos casos de ocorrência de bola de fogo o próprio programa PHAST calcula as radiações para os Probits correspondentes a 1%, 50% e 99% de fatalidade, fornecendo as distâncias de interesse para estes níveis considerados. Para o caso de pessoas dentro da nuvem (flashfire), em condições de inflamabilidade, independentemente de se produzir ou não sobrepressão, pressupõe-se uma vulnerabilidade igual a 100 % de probabilidade de fatalidade.

Além disso, segundo a norma API 521 (2014), foi estudado o nível de 3 kW/m².

Sobrepressão

As consequências decorrentes de uma explosão podem ocorrer devido às ondas de pressão, projeção de fragmentos e impacto do corpo com obstáculos. Neste caso, é importante conhecer o valor máximo de sobrepressão.

As equações de Probit desenvolvida por *Eisenberg* são as seguintes:

Efeitos sobre as estruturas:

$$\text{Probit} = -23,8 + 2,92 \ln P \quad (3)$$

onde:

- P é a sobrepressão de pico em Pascal (Pa).

Efeitos sobre as pessoas fora das edificações ou estruturas:

$$\text{Probit} = -77,1 + 6,91 \ln P \quad (4)$$

onde:

- P é a sobrepressão de pico em Pascal (Pa).

³ Embora o resultado apresentado para 99% de fatalidade seja 38,50 kW/m², para efeitos de segurança a CETESB adota o nível de 35,0 kW/m² para 100% de fatalidade (Norma CETESB P4.261/2011, item 12.2.1.1, p. 25). Assim, para as áreas sob riscos em função dos efeitos gerados por radiações térmicas provenientes de incêndios (jato de fogo e incêndio em poça) as simulações foram realizadas para os níveis de 9,83 kW/m², 19,46 kW/m² e 35,00 kW/m² que representam probabilidades de até 1%, 50% e 99% de fatalidade da população exposta, respectivamente

Ondas de sobrepressão superiores a 1 bar (1×10^5 Pa) causam fatalidades devido a hemorragia pulmonar, conforme demonstrado a seguir:

$$Pr = -77,1 + 6,91 \ln 1 \times 10^5$$

$$Pr = 2,45$$

Desta forma, consultando-se a Tabela 29 a probabilidade de morte para as pessoas é inferior a 1%. Pode-se concluir que o ser humano apresenta uma resistência maior a sobrepressões do que as estruturas. Isto ocorre devido ao fato do ser humano não se comportar como uma estrutura rígida, permitindo a absorção do impacto. Normalmente nas explosões, a grande maioria das vítimas é devida ao colapso de estruturas (edificações) ou projeções de fragmentos.

A Tabela 30 apresenta alguns efeitos observados para diferentes níveis de sobrepressão decorrente de explosões.

Tabela 30 Níveis de sobrepressão e efeitos observados

Sobrepressão (bar)	Efeitos observados
0,30	Danos catastróficos às edificações e, portanto, possibilidade de fatalidade das pessoas existentes em seu interior.
0,10	Danos reparáveis às estruturas (paredes, portas, telhados, etc.) e, portanto, perigo à saúde e, eventualmente, à vida.
0,03	Ruptura total de vidros, podendo causar ferimentos por lançamento de estilhaços. Mal-estar à saúde.
0,01	Ruptura de aproximadamente 10 % dos vidros, com pequena probabilidade de causar ferimentos.

Fonte: INERCO, 2026.

De acordo com a Norma P4.261/2011 da CETESB, item 7.4.2.1.1, p.25, para as sobrepressões geradas em explosões, devem adotados como referência os valores de 0,3 bar e 0,1 bar, que representam 50% e 1% de probabilidade de fatalidade, respectivamente. Além disso, foi estudado o nível de sobrepressão 0,05 bar.

Sendo que o item 7.4.1.8.3, p.25, da norma da CETESB, foi adotada a eficiência da explosão igual a 10%. A explosão da nuvem foi considerada no centro da nuvem inflamável (*cloud centroid*), de acordo com o item 7.4.1.8.5, p.25, da mesma norma.

5.3 Dados de entrada das hipóteses acidentais

A caracterização das hipóteses acidentais, para fins de simulação de consequências, está apresentada na Tabela 31 e Tabela 32 contendo os dados de entrada dos modelos de simulação.

Tabela 31 Dados de entrada para as hipóteses acidentais da AQR para Fase A e B

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Hidrogênio	H001_H2PL01	Ruptura catastrófica do reator de hidrogênio por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto inflamável	340,00	25	1				
Hidrogênio	H002_H2PL01	Furo 10mm no reator de hidrogênio	340,00	25	1			0,39	
Hidrogênio	H003_H2PL01	Liberação de 10 min do reator de hidrogênio	340,00	25	1				
Hidrogênio	H004_H2PL01	Rompimento catastrófico do cilindro de H2 por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto inflamável com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão, bola de fogo.	175,33	19,2	1				
Hidrogênio	H005_H2PL01	Furo de 10 mm nos cilindros de hidrogênio 2.	175,33	19,2	1			0,39	
Hidrogênio	H006_H2PL01	Liberação de 10 min nos cilindros de hidrogênio	175,33	19,2	1				
Óleo diesel Fase A	H001_OC_Fase A_PL01	Ruptura catastrófica do tanque de óleo diesel da Fase A (55 m³) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão e bola de fogo.	55,00	25	1,033227				6
Óleo diesel Fase A	H002_OC_Fase A_PL01	Furo de 10 mm no tanque de óleo diesel da Fase A (55 m³) por impacto	55,00	25	1,033227		0,39		6
Óleo diesel Fase A	H003_OC_Fase A_PL01	Liberação 10 min no tanque de óleo diesel da Fase A (55 m³) por impacto	55,00	25	1,033227				6

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Óleo diesel Fase A	H004_OC_Fase A_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) nas linhas de 2" de óleo diesel da Fase A (55 m3) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão, jato de fogo	55,00	81	1,033227	2	2	2,5	6
Óleo diesel Fase A	H005_OC_Fase A_PL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) nas linhas de 2" de óleo diesel da Fase A (55 m3)	55,00	81	1,033227	2	0,2	2,5	6
Óleo diesel Fase A	H006_OC_Fase A_PL01	Ruptura catastrófica dos dois tanques de óleo combustível 1A da Fase A (55 m3) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão e bola de fogo.	125,00	16,9	0,89				
Óleo diesel Fase A	H007_OC_Fase A_PL01	Furo de 10 mm dois tanques de óleo combustível 1A da Fase A (55 m3)	125,00	16,9	0,89		0,39		
Óleo diesel Fase A	H008_OC_Fase A_PL01	Liberação 10 min nos dois tanques de óleo combustível 1A da Fase A (55 m3)	125,00	16,9	0,89				
Óleo diesel Fase A	H009_OC_Fase A_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) das linhas de 2" de óleo combustível 1A da Fase A (55 m3) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão, jato de fogo	55,00	60	1,033227	2	2	100	6

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Óleo diesel Fase A	H010_OC_Fase A_PL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) das linhas de 2" de óleo combustível 1A da Fase A (55 m3) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão, jato de fogo	55,00	60	1,033227	2	0,2	100	6
Óleo diesel Fase A	H011_OC_Fase A_PL01	Ruptura catastrófica do tanque de óleo combustível 125 m3 Fase A	125,00	16,9	1,033227				6
Óleo diesel Fase A	H012_OC_Fase A_PL01	Furo de 10 mm no tanque de óleo combustível 125 m3 Fase A	125,00	16,9	1,033227		0,39		6
Óleo diesel Fase A	H013_OC_Fase A_PL01	Liberação 10 min no tanque de óleo combustível 125 m3 Fase A	125,00	16,9	1,033227				6
Óleo diesel Fase A	H014_OC_Fase A_PL01	Ignição retardada de GLP na câmara de combustão da caldeira da Fase A pôr falha no sistema de instrumentação da caldeira (monitoramento e reação) levando à explosão de mistura de GLP-ar, na fornalha.	100,00	300	100				
Óleo diesel Fase A	H015_OC_Fase A_PL01	Ignição retardada de óleo diesel na câmara de combustão da caldeira da Fase A por falha no sistema de instrumentação da caldeira (monitoramento e reação) levando à explosão de mistura de diesel-ar, na fornalha.	2187,00	300	100				
Óleo diesel Fase A	H016_OC_Fase A_PL01	Explosão resultante da ruptura do balão da caldeira da Fase A	23,00	530	131				

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Óleo diesel Fase B	H001_OC_Fase B_PL01	Ruptura catastrófica do tanque de óleo diesel da Fase B (200 m3) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão e bola de fogo.	152,96	25	1,033227				
Óleo diesel Fase B	H002_OC_Fase B_PL01	Furo de 10 mm no tanque de óleo diesel da Fase B (200 m3)	152,96	25	1,033227		0,39		
Óleo diesel Fase B	H003_OC_Fase B_PL01	Liberação 10 min no tanque de óleo diesel da Fase B (200 m3)	152,96	25	1,033227				
Óleo diesel Fase B	H004_OC_Fase B_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) das linhas de óleo diesel da Fase B (200 m3) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão, jato de fogo.	200,00	81	1,033227	2	2	2,5	
Óleo diesel Fase B	H005_OC_Fase B_PL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) das linhas de óleo diesel da Fase B (200 m3) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão, jato de fogo.	200,00	81	1,033227	2	0,2	2,5	
Óleo diesel Fase B	H006_OC_Fase B_PL01	Ruptura catastrófica tanque de óleo combustível 1A da Fase B (500 m3) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão e bola de fogo.	500,00	81	1,033227				6
Óleo diesel Fase B	H007_OC_Fase B_PL01	Furo de 10 mm tanque de óleo combustível 1A da Fase B (500 m3)	500,00	81	1,033227		0,39		6
Óleo diesel Fase B	H008_OC_Fase B_PL01	Liberação 10 min nos tanques de óleo combustível 1A da Fase B (500 m3)	500,00	81	1,033227				6

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Óleo diesel Fase B	H009_OC_Fase B_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) das linhas de óleo combustível 1A da Fase B (500 m3) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão, jato de fogo.	500,00	60	1,033227	2	2	100	6
Óleo diesel Fase B	H010_OC_Fase B_PL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) das linhas de óleo combustível 1A da Fase B (500 m3)	500,00	60	1,033227	2	0,2	100	6
Óleo diesel Fase B	H011_OC_Fase B_PL01	Ignição retardada de GLP na câmara de combustão da caldeira da Fase B por falha no sistema de instrumentação da caldeira (monitoramento e reação) levando à explosão de mistura de GLP-ar, na fornalha da Fase B (V = 11040 mm x 11040 mm x 51700 mm = 6302 m3).	6302,00	300	100				
Óleo diesel Fase B	H012_OC_Fase B_PL01	Ignição retardada de óleo diesel/ na câmara de combustão da caldeira da Fase B por falha no sistema de instrumentação da caldeira (monitoramento e reação) levando à explosão de mistura de diesel-ar, na fornalha	6302,00	300	100				
Óleo diesel Fase B	H013_OC_Fase B_PL01	Ignição de mistura de vapor de óleo diesel e ar, na câmara de combustão da caldeira da Fase B por falha no sistema de instrumentação da caldeira (monitoramento e reação) levando à explosão de mistura de vapor de diesel com ar, na fornalha da Fase B (V = 11040 mm x 11040 mm x 51700 mm = 6302 m3).	6302,00	300	100				

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Sistema: Estocagem de Óleo diesel	H001_OC_EstP_L01	Ruptura catastrófica tanque de estocagem (5.000 m3) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão e bola de fogo.	3824,00	30	0,89				6
Sistema: Estocagem de Óleo diesel	H002_OC_EstP_L01	Furo de 10 mm no tanque de estocagem (5.000 m3)	3824,00	30	0,89		0,39		6
Sistema: Estocagem de Óleo diesel	H003_OC_EstP_L01	Liberação 10 min tanque de estocagem (5.000 m3)	3824,00	30	0,89				6
Estocagem de Óleo diesel	H004_OC_EstP_L01	Ruptura Total (100% do diâmetro) das linhas de 2" de óleo diesel do tanque de estocagem (5.000 m3) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão, jato de fogo.	5000,00	30	1,033227	2	2	100	15
Estocagem de Óleo diesel	H005_OC_EstP_L01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) das linhas de 2" de óleo diesel do tanque de estocagem (5.000 m3) por impacto mecânico ou falha estrutural causando a liberação de produto combustível com possibilidade de ocorrência de incêndio, explosão, jato de fogo.	5000,00	30	1,033227	2	0,2	100	15

Fonte: INERCO, 2026.

Tabela 32 Dados de entrada para as hipóteses acidentais da AQR para Fase C

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Sistema de dosagem química	H001_DosagemPL01	Ruptura Catastrófica dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001	3	25	1,033227				0,5
Sistema de dosagem química	H002_DosagemPL01	Furo de 10mm nos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001	3	25	1,033227		0,39		0,5
Sistema de dosagem química	H003_DosagemPL01	Liberação de 10 min nos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001	3	25	1,033227				0,5
Sistema de dosagem química	H004_DosagemPL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) na Linha Ø32X2,5-SS dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001		25	1,033227	1,2	1,2	10	
Sistema de dosagem química	H005_DosagemPL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) na Linha Ø32X2,5-SS dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001		25	1,033227	1,2	0,2	10	
Sistema de dosagem química	H006_DosagemPL01	Ruptura total do Sistema de bombas 5QCD41CP501;5QCD42CP501, 5QCD43CP501,5QCD44CP501 dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001		25	42,8	0,79			0,5

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Sistema de dosagem química	H007_DosagemPL01	Vazamento através de 10% do diâmetro do Sistema de bombas 5QCD41CP501;5QCD42CP501, 5QCD43CP501,5QCD44CP501 dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001		25	42,8	0,79	0,15		0,5
Sistema de dosagem química	H008_DosagemPL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) na Linha Ø25X3,0-SS do Sistema de bombas 5QCD41CP501;5QCD42CP501, 5QCD43CP501,5QCD44CP501 dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001		25	1,033227	1	1	100	
Sistema de dosagem química	H009_DosagemPL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) na Linha Ø25X3,0-SS do Sistema de bombas 5QCD41CP501;5QCD42CP501, 5QCD43CP501,5QCD44CP501 dos Tanques de preparo de hidróxido de amônia 5QCD10-BB001 / 5QCD20-BB001		25	1,033227	1	0,2	100	
Sistema: distribuição de óleo combustível	H001_OCPL01	Ruptura catastrófica do tanque de óleo combustível do Tanque diário de óleo combustível 300 m³ 5EGH01BB0001	300,00	65	1,033227				2
Sistema: distribuição de óleo combustível	H002_OCPL01	Furo de 10 mm no Tanque diário de óleo combustível 300 m³ 5EGH01BB0001	300,00	65	1,033227		0,39		2
Sistema: distribuição	H003_OCPL01	Liberação de 10 min de todo inventário no Tanque diário de óleo combustível - 300 m³ 5EGH01BB0001	300,00	65	1,033227				2

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
de óleo combustível									
Sistema: distribuição de óleo combustível	H004_OCPL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo combustível na Linha Ø219X6 à montante do Tanque diário de óleo combustível - 300m3 5EGH01BB0001	300,00	65	25	8,6	8,6	60	
Sistema: distribuição de óleo combustível	H005_OCPL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) de óleo combustível na Linha Ø219X6 à montante do Tanque diário de óleo combustível 300m3 5EGH01BB0001	300,00	65	25	8,6	0,8	60	
Sistema: distribuição de óleo combustível	H006_OCPL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo combustível na Linha Ø133X4 à jusante do Tanque diário de óleo combustível 300 m3 5EGH01BB0001	300,00	65	25	5,2	5,2	450	
Sistema: distribuição de óleo combustível	H007_OCPL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) de óleo combustível na Linha Ø133X4 à jusante do Tanque diário de óleo combustível - 300 m3 5EGH01BB0001	300,00	65	25	5,2	0,5	450	
Sistema: distribuição de óleo combustível	H008_OCPL01	Ruptura total do sistema das bombas 5EGH01AP001 /5EGH02AP001 a montante Tanque diário de óleo combustível - 300 m3 5EGH01BB0001	300,00	65	25	5,23			
Sistema: distribuição de óleo combustível	H009_OCPL01	Vazamento através de 10% do diâmetro do sistema das bombas 5EGH01AP001 /5EGH02AP001 a montante Tanque diário de óleo combustível 300 m3 5EGH01BB0001	300,00	65	25	5,2	0,5		

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Sistema: distribuição de óleo combustível	H010_OCPL01	Ruptura total dos sistemas das bombas 5EGH01AP002 / 5EGH02AP002 a jusante Tanque diário de óleo combustível 300 m3	300,00	65	25	5,3			
Sistema: distribuição de óleo combustível	H011_OCPL01	Vazamento através de 10% do diâmetro dos sistemas das bombas 5EGH01AP002 / 5EGH02AP002 a jusante Tanque diário de óleo combustível 300 m3	300,00	65	25	5,3	0,53		
Sistema: distribuição de óleo combustível	H012_OCPL01	Vazamento de óleo combustível devido à ruptura de 10 tubos ao mesmo tempo do aquecedor 5EGH01AC001 à jusante da bomba 5EGH01AP002	300,00	100	25				
Sistema: distribuição de óleo combustível	H013_OCPL01	Vazamento de óleo combustível devido à ruptura de 1 tubos do aquecedor 5EGH01AC001 à jusante da bomba 5EGH01AP002	300,00	100	25				
Sistema: distribuição de óleo combustível	H014_OCPL01	Vazamento de óleo combustível devido à ruptura de 10 tubos ao mesmo tempo do aquecedor 5EGH02AC001 à jusante da bomba 5EGH02AP002	300,00	100	25				
Sistema: distribuição de óleo combustível	H015_OCPL01	Vazamento de óleo combustível devido à ruptura de 1 tubos do aquecedor 5EGH02AC001 à jusante da bomba 5EGH02AP002	300,00	100	25				
Sistema: distribuição de óleo combustível	H016_OCPL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo combustível na Linha Ø108X4 a jusante do aquecedor 5EGH01AC001	300,00	100	25	4,3	4,3	450	

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Sistema: distribuição de óleo combustível	H017_OCPL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) de óleo combustível na Linha Ø108X4 a jusante do aquecedor 5EGH01AC001	300,00	100	25	4,2	0,42	450	
Caldeiras e sistemas auxiliares	H001_Caldeira sPL01	Formação de atmosfera explosiva na fornalha, na partida da caldeira 5 ou Formação de mistura (carvão + ar) dentro da faixa de inflamabilidade, no circuito de carvão pulverizado			60	200			

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Caldeiras e sistemas auxiliares	H002_Caldeira sPL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo combustível na Linha Ø108X4 à jusante da caldeira 5			100	25	4,25	4,25	50
Caldeiras e sistemas auxiliares	H003_Caldeira sPL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) de óleo combustível na Linha Ø108X4 à jusante da caldeira 5			100	25	4,25	0,425	50
Caldeiras e sistemas auxiliares	H004_Caldeira sPL01	Ruptura de tubo gerador devido à Sobrepressão de vapor na caldeira 5	550	550,00	540	220			
Caldeiras e sistemas auxiliares	H005_Caldeira sPL01	Sobrepressão das linhas de utilidades da caldeira 5	550	550,00	540	220			
Caldeiras e sistemas auxiliares	H006_Caldeira sPL01	Grande liberação de vapor devido à ruptura da caldeira sob alta pressão caldeira 5	550	550,00	540	220			
Caldeiras e sistemas auxiliares	H007_Caldeira sPL01	Grande liberação de vapor devido à ruptura da caldeira sob alta pressão caldeira 5	550	550,00	540	220			
Caldeira Auxiliar	H001_CaldAux_PL01	Vazamento de óleo diesel devido à ruptura catastrófica do Tanque de óleo combustível	200	25	1,033227				2
Caldeira Auxiliar	H002_CaldAux_PL01	Vazamento de óleo diesel devido à Furo de 10 mm do Tanque de óleo combustível	200	25	1,033227		0,39		2
Caldeira Auxiliar	H003_CaldAux_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo diesel na linha Ø à jusante do Tanque de óleo combustível e a montante do skid da Bomba de diesel B-201	200	25	1,033227	4	4	35	

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Caldeira Auxiliar	H004_CaldAux_PL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) de de óleo diesel na linha de saída do Tanque de óleo combustível	200	25	1,033227	4	0,4	35	
Caldeira Auxiliar	H005_CaldAux_PL01	Vazamento de óleo combustível devido à ruptura de mangote na saída do descarregamento do caminhão tanque de combustível	60	25	1,033227	4		3	
Caldeira Auxiliar	H006_CaldAux_PL01	Vazamento através de 10% do diâmetro mangote na saída do descarregamento do caminhão tanque de combustível	60	25	1,033227	4	0,4	3	
Caldeira Auxiliar	H007_CaldAux_PL01	Grande vazamento de óleo combustível devido à ruptura total da Bomba de diesel B-201	60	25	2	4	4		0,5
Caldeira Auxiliar	H008_CaldAux_PL01	Vazamento de diesel através de 10% do diâmetro da Bomba de diesel B-201	60	25	2	4	0,4		0,5
Caldeira Auxiliar	H009_CaldAux_PL01	Grande vazamento de diesel devido à Ruptura total do skid de Bombas transferência diesel B-501 / B-502	200	25	2	4	4		0,5
Caldeira Auxiliar	H010_CaldAux_PL01	Vazamento de diesel através de 10% do diâmetro do skid de Bombas transferência diesel B-501 / B-502	200	25	2	4	0,4		0,5
Caldeira Auxiliar	H011_CaldAux_PL01	Acúmulo de mistura inflamável na fornalha na partida da caldeira auxiliar código 11650	10	25	1,033227				
Caldeira Auxiliar	H012_CaldAux_PL01	Grande liberação de vapor devido à ruptura catastrófica da caldeira auxiliar código 11650	45	25	16				
Caldeira Auxiliar	H013_CaldAux_PL01	Acúmulo de mistura inflamável na fornalha na partida da caldeira auxiliar código 11651	10	25	1,033227				

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Caldeira Auxiliar	H014_CaldAux_PL01	Grande liberação de vapor devido à ruptura catastrófica da caldeira auxiliar código 11651	45	25	16				
Caldeira Auxiliar	H015_CaldAux_PL01	Grande vazamento de diesel devido à ruptura total da Bomba de pressurização de óleo diesel BO-001 na entrada da caldeira auxiliar código 11651	2	25	10	1	1	3	
Caldeira Auxiliar	H016_CaldAux_PL01	Pequeno vazamento de diesel através de 10% do diâmetro da Bomba de pressurização de óleo diesel BO-001 na entrada da caldeira auxiliar código 11651	2	25	10	1	0,1	3	
Caldeira Auxiliar	H017_CaldAux_PL01	Grande vazamento de diesel devido à ruptura total da Bomba de pressurização de óleo diesel BO-001 na entrada da caldeira auxiliar código 11650	2	25	10	1	1	3	
Caldeira Auxiliar	H018_CaldAux_PL01	Pequeno vazamento de diesel através de 10% do diâmetro da Bomba de pressurização de óleo diesel BO-001 na entrada da caldeira auxiliar código 11650	2	25	10	1	0,1	3	
Caldeira Auxiliar	H019_CaldAux_PL01	Ruptura do caminhão tanque de combustível	60	25	1,033227				
Caldeira Auxiliar	H020_CaldAux_PL01	Liberação instantânea de todo o inventário pela maior conexão do caminhão tanque de combustível	60	25	1,033227				
Caldeira Auxiliar	H021_CaldAux_PL01	Vazamento de óleo diesel devido à liberação de 10 min no Tanque de óleo combustível	200	25	1,033227		0,39		2
Gerador	H001_Gerador_PL01	Vazamento de óleo lubrificante devido à ruptura do tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001	31	31,40	42				

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Gerador	H002_Gerador_PL01	Furo de 10 mm do tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001	31	31,40	42			0,39	
Gerador	H003_Gerador_PL01	Liberação de 10 min de todo inventário no tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001	31	31,40	42				
Gerador	H004_Gerador_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo lubrificante na linha Ø89x4 na saída do tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001		31,40	42	1,2	3,5	3,5	20
Gerador	H005_Gerador_PL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) de óleo lubrificante na linha Ø89x4 na saída do tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001		31,40	42	1,2	3,5	0,35	20
Gerador	H006_Gerador_PL01	Ruptura total do Trocador de calor na saída tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001		31,40	42	1,2			
Gerador	H007_Gerador_PL01	Vazamento através de 10% do diâmetro do Trocador de calor na saída tanque de óleo lubrificante 5MAU50BB001		31,40	42	1,2			
Gerador	H008_Gerador_PL01	Ruptura catastrófica do Tanque de Regeneração de óleo 5MAV01BB001	60	60,00	25	1,033227			
Gerador	H009_Gerador_PL01	Furo de 10mm no Tanque de Regeneração de óleo 5MAV01BB001	60	60,00	25	1,033227		0,39	
Gerador	H010_Gerador_PL01	Liberação de 10 min de todo inventário no Tanque de Regeneração de óleo 5MAV01BB001	60	60,00	25	1,033227			
Gerador	H011_Gerador_PL01	Ruptura total do Trocador de calor 5MAU80AC001 / 5MAU80AC002		31,40	42	1,2			
Gerador	H012_Gerador_PL01	Vazamento através de 10% do diâmetro do Trocador de calor 5MAU80AC001 / 5MAU80AC002		31,40	42	1,2			

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Gerador	H013_Gerador_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo lubrificante das linhas Ø25x2 na saída dos Trocador de calor 5MAU80AC001 / 5MAU80AC002		31,40	42	1,2	1	1	20
Gerador	H014_Gerador_PL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) de óleo lubrificante das linhas Ø25x2 na saída dos Trocador de calor 5MAU80AC001 / 5MAU80AC002		31,40	42	1,2	1	0,1	20
Gerador	H015_Gerador_PL01	Vazamento de H2 nos 20 Cilindros de H2	144	144,00	25	170			
Gerador	H016_Gerador_PL01	Furo de 10mm no 20 Cilindros de H2	144	144,00	25	170		0,39	
Gerador	H017_Gerador_PL01	Liberação de 10 min de todo inventário no 20 Cilindros de H2	144	144,00	25	170			
Gerador	H018_Gerador_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de Hidrogênio nas linhas de alimentação e saída do gerador de energia elétrica A1B0B6DO		81,00	42	4	1	1	50
Gerador	H019_Gerador_PL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) de Hidrogênio nas linhas de alimentação e saída do gerador de energia elétrica A1B0B6DO		81,00	42	4	1	0,1	50
Gerador	H020_Gerador_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de H2 nas linhas do Secador de hidrogênio		81,00	42	4	1	1	15
Gerador	H021_Gerador_PL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) de H2 nas linhas do Secador de hidrogênio		81,00	42	4	1	0,1	15
Gerador	H022_Gerador_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de H2 nas ØDN25 linhas de conexão com os Cilindros de H2		8,00	25	170	1	1	5

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Gerador	H023_Gerador_PL01	Ruptura Parcial (10% do diâmetro) de H2 nas ØDN25 linhas de conexão com os Cilindros de H2		8,00	25	170	1	0,1	5
Ciclo Térmico	H001_cicloter_mico_PL01	Grande de Vazamento de água desmineralizada na ruptura total Sistema de Polimento de Condensado		50	40	12,8			
Ciclo Térmico	H002_cicloter_mico_PL01	Furo de 10 mm no Sistema de Polimento de Condensado		50	40	12,8	0,39		
Ciclo Térmico	H003_cicloter_mico_PL01	Liberação de 10 min o Sistema de Polimento de Condensado		50	40	12,8			
Ciclo Térmico	H004_cicloter_mico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de água desmineralizada na linha Ø325x8 à montante do Sistema de Polimento de Condensado		50	40	12,8	12,8	15	
Ciclo Térmico	H005_cicloter_mico_PL01	Ruptura parcial (10% do diâmetro) de água desmineralizada na linha Ø325x8 à montante do Sistema de Polimento de Condensado na entrada do Sistema de Polimento de Condensado		50	40	12,8	1,28	15	
Ciclo Térmico	H006_cicloter_mico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de água desmineralizada na linha Ø325x8 na saída do Sistema de Polimento de Condensado		50	40	12,8	12,8	15	
Ciclo Térmico	H007_cicloter_mico_PL01	Ruptura parcial (10% do diâmetro) de água desmineralizada na linha Ø325x8 à jusante do Sistema de Polimento de Condensado na entrada do Sistema de Polimento de Condensado		50	40	12,8	1,28	15	
Ciclo Térmico	H008_cicloter_mico_PL01	Contaminação da Caldeira devido a Ruptura de 10 tubos do Condensador 5MAG10AY001 ao mesmo tempo do ciclo térmico		50	-0,9	1,25		11	

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Ciclo Térmico	H009_cicloter mico_PL01	Ruptura de 1 tubos do trocador do Condensador 5MAG10AY001 ao mesmo tempo do ciclo térmico		50	W	1,25		11	
Ciclo Térmico	H010_cicloter mico_PL01	Grande Vazamento de óleo Eletro-hidráulico (EH) devido a Ruptura Total (100% do diâmetro) da linha à jusante do Tanque de armazenamento de óleo EH (sem pressão) e à montante da bomba 5MAY00AP003	1	57		1,25		0,5	0,2
Ciclo Térmico	H011_cicloter mico_PL01	Pequeno Vazamento de óleo Eletro-hidráulico (EH) devido a Ruptura parcial (10% do diâmetro) da linha à jusante do Tanque de armazenamento de óleo EH (sem pressão) e à montante da bomba 5MAY00AP003	1	57		1,25		0,5	0,2
Ciclo Térmico	H012_cicloter mico_PL01	Ruptura total da Bomba 5MAY00AP003	1	57	145				0,2
Ciclo Térmico	H013_cicloter mico_PL01	Vazamento através de 10% do diâmetro da Bomba 5MAY00AP003	1	57	145				0,2
Ciclo Térmico	H014_cicloter mico_PL01	Vazamento de óleo Eletro hidráulico (EH) Ruptura Total (100% do diâmetro) da linha à jusante da bomba 5MAY00AP003 e à montante até as válvulas de controle da turbina	1	57	145	1		30	
Ciclo Térmico	H015_cicloter mico_PL01	Vazamento de óleo Eletro hidráulico (EH) devido Ruptura Parcial (10% do diâmetro) da linha à jusante da bomba 5MAY00AP003 e à montante até as válvulas de controle da turbina	1	57	145	1		30	
Ciclo Térmico	H016_cicloter mico_PL01	Liberação de todo o inventário de água do Trocadores de calor de Placas A/B do circuito fechado de refrigeração	1	40	6				

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Ciclo Térmico	H017_ciclotermico_PL01	Vazamento de água através Ruptura de 1 tubo do trocador Trocadores de calor de Placas A/B do circuito fechado de refrigeração		40	6				
Ciclo Térmico	H018_ciclotermico_PL01	Ruptura de 10 tubos ao mesmo tempo dos Trocadores de calor de tubos e casco A/B do circuito fechado de refrigeração		40	6				
Ciclo Térmico	H019_ciclotermico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de H2 na linha Ø18x2 à montante dos Trocadores de calor de tubos A/B do circuito fechado de refrigeração	80	60	4	0,75	0,75	15	
Ciclo Térmico	H020_ciclotermico_PL01	Ruptura parcial (10% do diâmetro) de H2 na linha Ø18x2 à montante dos Trocadores de calor de tubos A/B do circuito fechado de refrigeração	80	60	4	0,75	0,075	15	
Ciclo Térmico	H021_ciclotermico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de H2 na linha Ø18x2 à montante dos Trocadores de calor de tubos A/B do circuito fechado de refrigeração	80	60	4	0,75	0,75	15	
Ciclo Térmico	H022_ciclotermico_PL01	Ruptura parcial (10% do diâmetro) de H2 na linha Ø18x2 à montante dos Trocadores de calor de tubos A/B do circuito fechado de refrigeração	80	60	4	0,75	0,075	15	
Ciclo Térmico	H023_ciclotermico_PL01	Ruptura de 10 tubos do trocador ao mesmo tempo do Trocadores de calor A/B do circuito fechado de refrigeração		40	6				
Ciclo Térmico	H024_ciclotermico_PL01	Ruptura de 1 tubo dos Trocadores de calor A/B do circuito fechado de refrigeração		40	6				
Ciclo Térmico	H025_ciclotermico_PL01	Liberação de todo o inventário de H2 nos Trocadores de calor (casco/ tubo) A/B/C/D à montante do Gerador	80	60	4				

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Ciclo Térmico	H026_ciclotermico_PL01	Vazamento através de um furo no Trocadores de calor (casco H2 e tubo) A/B/C/D à montante do Gerador	80	60	4		0,39		
Ciclo Térmico	H027_ciclotermico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) na linha Ø159x4,5 à montante dos Trocadores de calor (casco H2 e tubo) A/B/C/D para a entrada do Gerador	80	35	3	6,25	6,25	15	
Ciclo Térmico	H028_ciclotermico_PL01	Ruptura parcial (10% do diâmetro) de na linha Ø159x4,5 à montante dos Trocadores de calor (casco H2 e tubo) A/B/C/D para a entrada do Gerador	80	35	3	6,25	0,625	15	
Ciclo Térmico	H029_ciclotermico_PL01	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de Placas A/B para bomba de vácuo		50	3				
Ciclo Térmico	H030_ciclotermico_PL01	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo no Trocadores de calor de Placas A/B para bomba de vácuo		50	3		0,39		
Ciclo Térmico	H031_ciclotermico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo lubrificante na linha Ø76X3,5 à montante do Trocadores de calor de Placas A/B para bomba de vácuo		50	3	3	3	30	
Ciclo Térmico	H032_ciclotermico_PL01	Ruptura parcial (10% do diâmetro) de óleo lubrificante na linha Ø76X3,5 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B para bomba de vácuo		50	3	3	0,3	30	
Ciclo Térmico	H033_ciclotermico_PL01	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de Placas A/B para as turbinas		46	2				

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Ciclo Térmico	H034_ciclotermico_PL01	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo no Trocadores de calor de Placas A/B para as turbinas		46	2		0,39		
Ciclo Térmico	H035_ciclotermico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo lubrificante na linha Ø219X6 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B para as turbinas		46	2	8,5	8,5	35	
Ciclo Térmico	H036_ciclotermico_PL01	Ruptura parcial (10% do diâmetro) de óleo lubrificante na linha Ø219X6 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B para as turbinas		46	2	8,5	0,85	35	
Ciclo Térmico	H037_ciclotermico_PL01	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de Placas A/B para os moinhos		40	6				0,5
Ciclo Térmico	H038_ciclotermico_PL01	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo nos Trocadores de calor de Placas A/B para os moinhos		40	6		0,39		0,5
Ciclo Térmico	H039_ciclotermico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo lubrificante na linha Ø32X2,5 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B para as turbinas		46	2	1,25	1,25	35	
Ciclo Térmico	H040_ciclotermico_PL01	Ruptura parcial (10% do diâmetro) de óleo lubrificante na linha Ø32X2,5 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B para as turbinas		46	2	1,25	0,125	35	
Ciclo Térmico	H041_ciclotermico_PL01	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de Placas A/B para os ventiladores de ar primário		40	6				0,5

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Ciclo Térmico	H042_ciclotermico_PL01	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo nos Trocadores de calor de Placas A/B ventiladores de ar primário		40	6		0,39		0,5
Ciclo Térmico	H043_ciclotermico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo lubrificante na linha Ø45X2,5 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B ventiladores de ar primário		40	6	1,75	1,75	90	0,5
Ciclo Térmico	H044_ciclotermico_PL01	Ruptura parcial (10% do diâmetro) de óleo lubrificante na linha Ø45X2,5 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B ventiladores de ar primário		40	6	1,75	0,175	90	0,5
Ciclo Térmico	H045_ciclotermico_PL01	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de Placas A/B para os ventiladores de ar primário		40	6				0,5
Ciclo Térmico	H046_ciclotermico_PL01	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo nos Trocadores de calor de Placas A/B ventiladores de ar secundário		40	6		0,39		0,5
Ciclo Térmico	H047_ciclotermico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo lubrificante na linha Ø25X2 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B ventiladores de ar secundário		40	6	1	1	100	0,5
Ciclo Térmico	H048_ciclotermico_PL01	Ruptura parcial (10% do diâmetro) de óleo lubrificante na linha Ø25X2 à montante dos Trocadores de calor de Placas A/B ventiladores de ar secundário		40	6	1	0,1	100	0,5
Ciclo Térmico	H049_ciclotermico_PL01	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de casco e tubo A6/A7/A8	1	95	2				

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Ciclo Térmico	H050_ciclotermico_PL01	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo nos Trocadores de calor de casco e tubo A6/A7/A8	1	95	2		0,39		
Ciclo Térmico	H051_ciclotermico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo lubrificante nas linhas Ø134X4 dos Trocadores de calor de casco e tubo A6/A7/A8	1	95	2	5,25	5,25	35	
Ciclo Térmico	H052_ciclotermico_PL01	Ruptura parcial (10% do diâmetro) de óleo lubrificante nas linhas Ø134X4 dos Trocadores de calor de casco e tubo A6/A7/A8	1	95	2	5,25	0,525	35	
Ciclo Térmico	H053_ciclotermico_PL01	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de casco e tubo B6/B7/B8	1	95	2				
Ciclo Térmico	H054_ciclotermico_PL01	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo nos Trocadores de calor de casco e tubo B6/B7/B8	1	95	2		0,39		
Ciclo Térmico	H055_ciclotermico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de óleo lubrificante nas linhas Ø134X4 dos Trocadores de calor de casco e tubo B6/B7/B8	1	95	2	5,25	5,25	35	
Ciclo Térmico	H056_ciclotermico_PL01	Ruptura parcial (10% do diâmetro) de óleo lubrificante nas linhas Ø134X4 dos Trocadores de calor de casco e tubo B6/B7/B8	1	95	2	5,25	0,525	35	
Ciclo Térmico	H057_ciclotermico_PL01	Liberação de todo o inventário de óleo lubrificante nos Trocadores de calor de casco e tubo C6/C7/C8	1	95	2				
Ciclo Térmico	H058_ciclotermico_PL01	Vazamento de óleo lubrificante através de um furo nos Trocadores de calor de casco e tubo C6/C7/C8	1	95	2		0,39		

Sistema	Nº	Evento iniciador	Inventário (m³)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm²)	Diâmetro (pol)	Tamanho do furo (pol)	Extensão (m)	Altura do vazamento (m)
Ciclo Térmico	H001_ciclotermico_PL01	Grande de Vazamento de água desmineralizada na ruptura total Sistema de Polimento de Condensado		50	40	12,8			
Ciclo Térmico	H002_ciclotermico_PL01	Furo de 10 mm no Sistema de Polimento de Condensado		50	40	12,8	0,39		
Ciclo Térmico	H003_ciclotermico_PL01	Liberação de 10 min o Sistema de Polimento de Condensado		50	40	12,8			
Ciclo Térmico	H004_ciclotermico_PL01	Ruptura Total (100% do diâmetro) de água desmineralizada na linha Ø325x8 à montante do Sistema de Polimento de Condensado		50	40	12,8	12,8	15	

Fonte: INERCO, 2026

5.4 Resultados das simulações

As Tabela 37 e Tabela 39 apresentam os dados de saída obtidos para as simulações das consequências dos produtos inflamáveis. Os relatórios das simulações dos dados de entrada e de saída no PHAST encontram-se no Anexo VIII – Resultados das Simulações das consequências (PHAST).

Com o objetivo de rastrear as hipóteses apresentadas nas Tabela 35 Distâncias (em metros) dos efeitos físicos para hipóteses acidentais das Fases A e B e na Tabela 36 Distâncias (em metros) dos efeitos físicos para hipóteses acidentais da Fase C, referentes aos sistemas para os ANEXO VII – Mapeamento das Vulnerabilidades, é necessário utilizar a legenda abaixo.

Tabela 33 Legenda para os Mapas de Vulnerabilidade da Fase A e B

Sistema	Sigla
Hidrogênio	H2
OC_estocagem	OC_E
OC_FaseA	OC_A
OC_FaseB	OC_B

Fonte: INERCO, 2026.

Tabela 34 Legenda para os Mapas de Vulnerabilidade da Fase C

Sistema	Sigla
CaldAux	C.A
Caldeiras	CAL
Ciclotermico	CT
Dosagem	DOS
Gerador	GER
OC	OC

Fonte: INERCO, 2026.

Exemplo:

- Mapa de Vulnerabilidade e Tabela 35: OC.A.H005_PL01 (Anexo VII)
- Sistema – OC_FaseA (Tabela 33)
- Hipótese acidental H005: Ruptura Parcial (10% do diâmetro) nas linhas de 2” de óleo diesel da Fase A (55 m3) (Tabela 30)

Tabela 35 Distâncias (em metros) dos efeitos físicos para hipóteses acidentais das Fases A e B

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
Hidrogênio\H001	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	303	103	41
Hidrogênio\H001	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	303	103	41
Hidrogênio\H002	Dia	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Hidrogênio\H002	Noite	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Hidrogênio\H003	Dia	55	7	6	12	0	0	0	0	27	12	7
Hidrogênio\H003	Noite	55	7	6	12	0	0	0	0	30	13	7
Hidrogênio\H004	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	251	85	34
Hidrogênio\H004	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	251	86	34
Hidrogênio\H005	Dia	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Hidrogênio\H005	Noite	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Hidrogênio\H006	Dia	25	5	4	9	0	0	0	0	0	0	0
Hidrogênio\H006	Noite	25	5	4	9	0	0	0	0	0	0	0
OC_estocagem\H001	Dia	0	0	0	0	39	24	15	11	34	12	5
OC_estocagem\H001	Noite	0	0	0	0	38	23	14	11	34	12	5
OC_estocagem\H002	Dia	3	2	0	0	37	24	15	11	0	0	0
OC_estocagem\H002	Noite	3	2	0	0	36	23	15	11	0	0	0
OC_estocagem\H003	Dia	35	25	21	18	39	24	15	11	12	7	6

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepresão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
OC_estocagem\H003	Noite	33	24	20	17	38	23	14	11	12	7	6
OC_estocagem\H004	Dia	2	0	0	0	55	32	25	22	0	0	0
OC_estocagem\H004	Noite	2	0	0	0	54	31	25	21	0	0	0
OC_estocagem\H005	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OC_estocagem\H005	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OC_FaseA\H001	Dia	0	0	0	0	50	28	21	18	0	0	0
OC_FaseA\H001	Noite	0	0	0	0	49	28	21	18	0	0	0
OC_FaseA\H002	Dia	3	2	0	0	30	21	16	10	0	0	0
OC_FaseA\H002	Noite	3	2	0	0	29	20	16	10	0	0	0
OC_FaseA\H003	Dia	20	14	12	10	50	28	21	18	13	9	8
OC_FaseA\H003	Noite	19	14	12	10	49	28	21	18	12	8	7
OC_FaseA\H004	Dia	43	31	26	23	61	35	28	24	39	18	12
OC_FaseA\H004	Noite	42	30	26	22	61	35	28	24	42	20	13
OC_FaseA\H005	Dia	7	5	4	3	41	26	17	14	0	0	0
OC_FaseA\H005	Noite	7	5	4	3	40	26	17	13	0	0	0
OC_FaseA\H006	Dia	0	0	0	0	42	24	16	13	0	0	0
OC_FaseA\H006	Noite	0	0	0	0	41	24	16	13	0	0	0
OC_FaseA\H007	Dia	2	0	0	0	38	25	16	12	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
OC_FaseAIH007	Noite	2	0	0	0	38	24	16	12	0	0	0
OC_FaseAIH008	Dia	17	12	10	9	42	24	16	13	12	8	7
OC_FaseAIH008	Noite	16	12	10	8	41	24	16	13	11	8	7
OC_FaseAIH009	Dia	5	4	3	3	19	12	9	5	0	0	0
OC_FaseAIH009	Noite	5	4	3	3	19	12	9	5	0	0	0
OC_FaseAIH010	Dia	3	2	2	0	19	12	9	5	0	0	0
OC_FaseAIH010	Noite	3	2	2	0	19	12	9	5	0	0	0
OC_FaseAIH011	Dia	0	0	0	0	30	19	12	7	0	0	0
OC_FaseAIH011	Noite	0	0	0	0	29	19	12	7	0	0	0
OC_FaseAIH012	Dia	2	0	0	0	30	19	12	7	0	0	0
OC_FaseAIH012	Noite	2	0	0	0	29	19	12	7	0	0	0
OC_FaseAIH013	Dia	9	7	6	5	234	141	116	106	7	5	4
OC_FaseAIH013	Noite	9	7	6	5	230	139	115	105	0	0	0
OC_FaseAIH014	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	1119	382	151
OC_FaseAIH014	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	1130	385	153
OC_FaseAIH015	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	5331	1823	727
OC_FaseAIH015	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	5422	1854	739
OC_FaseAIH016	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OC_FaseAIH016	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
OC_FaseBIH001	Dia	0	0	0	0	43	24	17	14	0	0	0
OC_FaseBIH001	Noite	0	0	0	0	42	24	16	13	0	0	0
OC_FaseBIH002	Dia	0	0	0	2	39	26	17	13	0	0	0
OC_FaseBIH002	Noite	0	0	0	2	39	25	16	13	0	0	0
OC_FaseBIH003	Dia	157	15	13	274	43	24	17	14	2	5	8
OC_FaseBIH003	Noite	136	14	12	241	42	24	16	13	2	4	8
OC_FaseBIH004	Dia	547	26	23	916	103	62	51	46	8	20	12
OC_FaseBIH004	Noite	514	26	22	869	102	62	51	46	9	22	13
OC_FaseBIH005	Dia	9	4	3	19	29	20	15	10	0	0	0
OC_FaseBIH005	Noite	8	4	3	18	28	19	15	9	0	0	0
OC_FaseBIH006	Dia	0	0	0	0	43	24	17	14	23	98	30
OC_FaseBIH006	Noite	0	0	0	0	42	24	16	13	30	118	35
OC_FaseBIH007	Dia	9	8	7	22	39	25	17	13	0	0	0
OC_FaseBIH007	Noite	8	8	7	20	38	25	16	13	0	0	0
OC_FaseBIH008	Dia	3983	67	58	6520	43	24	17	14	37	93	44
OC_FaseBIH008	Noite	3653	65	57	5972	42	24	16	13	35	88	43
OC_FaseBIH009	Dia	1	3	0	7	30	20	14	8	0	0	0
OC_FaseBIH009	Noite	1	3	0	6	30	19	14	8	0	0	0
OC_FaseBIH010	Dia	2	2	0	7	29	20	15	9	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
OC_FaseBIH010	Noite	1	2	0	6	28	19	15	9	0	0	0
OC_FaseBIH011	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	1197	3025	838
OC_FaseBIH011	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	1248	3155	872
OC_FaseBIH012	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	2062	5212	1445
OC_FaseBIH012	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	2081	5278	1462
OC_FaseBIH013	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	2062	5212	1445
OC_FaseBIH013	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	2081	5278	1462

Fonte: INERCO, 2026.

Tabela 36 Distâncias (em metros) dos efeitos físicos para hipóteses acidentais da Fase C

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepresão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H001_CaldAux	Dia	0	0	0	0	38	23	14	11	0	0	0
H001_CaldAux	Noite	0	0	0	0	38	23	14	11	0	0	0
H002_CaldAux	Dia	3	2	0	0	37	23	14	11	0	0	0
H002_CaldAux	Noite	3	2	0	0	36	23	14	11	0	0	0
H003_CaldAux	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H003_CaldAux	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H004_CaldAux	Dia	6	4	3	3	36	25	17	12	0	0	0
H004_CaldAux	Noite	6	4	3	3	36	24	17	12	0	0	0
H005_CaldAux	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H005_CaldAux	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H006_CaldAux	Dia	2	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H006_CaldAux	Noite	2	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H007_CaldAux	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H007_CaldAux	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H008_CaldAux	Dia	5	4	3	2	43	28	19	16	0	0	0
H008_CaldAux	Noite	5	3	3	0	43	27	19	15	0	0	0
H009_CaldAux	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H009_CaldAux	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepresão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H010_CaldAux	Dia	5	4	3	2	43	28	19	16	0	0	0
H010_CaldAux	Noite	5	3	3	0	43	27	19	15	0	0	0
H011_CaldAux	Dia	0	0	0	0	83	49	40	36	13	5	3
H011_CaldAux	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	14	5	3
H012_CaldAux	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H012_CaldAux	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H013_CaldAux	Dia	0	0	0	0	83	49	40	36	13	5	3
H013_CaldAux	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	14	5	3
H014_CaldAux	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H014_CaldAux	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H015_CaldAux	Dia	1	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H015_CaldAux	Noite	1	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H016_CaldAux	Dia	4	2	2	0	24	16	12	6	0	0	0
H016_CaldAux	Noite	3	2	0	0	24	15	11	6	0	0	0
H017_CaldAux	Dia	1	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H017_CaldAux	Noite	1	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H018_CaldAux	Dia	4	2	2	0	24	16	12	6	0	0	0
H018_CaldAux	Noite	3	2	0	0	24	15	11	6	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H019_CaldAux	Dia	9	7	6	5	25	16	12	6	0	0	0
H019_CaldAux	Noite	9	7	6	5	25	16	11	6	0	0	0
H020_CaldAux	Dia	1	0	0	0	19	13	10	6	0	0	0
H020_CaldAux	Noite	1	0	0	0	19	13	10	6	0	0	0
H021_CaldAux	Dia	21	15	13	11	38	23	14	11	0	0	0
H021_CaldAux	Noite	20	14	12	10	38	23	14	11	10	6	5
H001_Caldeiras	Dia	0	0	0	0	167	102	84	77	680	234	95
H001_Caldeiras	Noite	0	0	0	0	164	100	83	75	659	227	92
H002_Caldeiras	Dia	16	12	11	9	25	16	12	6	0	0	0
H002_Caldeiras	Noite	16	12	11	10	25	16	11	6	0	0	0
H003_Caldeiras	Dia	28	20	17	15	25	16	12	6	0	0	0
H003_Caldeiras	Noite	28	20	17	15	25	16	11	6	0	0	0
H004_Caldeiras	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H004_Caldeiras	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H005_Caldeiras	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H005_Caldeiras	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H006_Caldeiras	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H006_Caldeiras	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H007_Caldeiras	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H007_Caldeiras	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H001_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H001_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H002_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H002_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H003_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H003_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H004_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H004_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H005_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H005_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H006_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H006_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H007_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H007_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H008_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H008_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H009_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H009_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H010_ciclotermico	Dia	28	20	17	15	25	16	12	6	0	0	0
H010_ciclotermico	Noite	30	22	18	16	25	16	11	6	0	0	0
H011ciclotermico_	Dia	15	11	9	8	25	16	12	6	0	0	0
H011ciclotermico_	Noite	14	10	9	8	25	16	11	6	0	0	0
H012_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	46	31	22	19	0	0	0
H012_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	45	29	21	17	0	0	0
H013_ciclotermico	Dia	55	40	34	30	0	0	0	0	82	40	26
H013_ciclotermico	Noite	57	41	35	31	0	0	0	0	83	41	28
H014_ciclotermico	Dia	16	12	10	9	0	0	0	0	0	0	0
H014_ciclotermico	Noite	16	12	10	9	0	0	0	0	9	5	4
H015_ciclotermico	Dia	16	12	10	9	0	0	0	0	0	0	0
H015_ciclotermico	Noite	16	12	10	9	0	0	0	0	9	5	4
H016_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H016_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H017_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H017_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H018_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H018_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H019_ciclotermico	Dia	8	6	5	4	0	0	0	0	0	0	0
H019_ciclotermico	Noite	8	6	5	4	0	0	0	0	0	0	0
H020_ciclotermico	Dia	5	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0
H020_ciclotermico	Noite	5	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0
H021_ciclotermico	Dia	8	6	5	4	0	0	0	0	0	0	0
H021_ciclotermico	Noite	8	6	5	4	0	0	0	0	0	0	0
H022_ciclotermico	Dia	5	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0
H022_ciclotermico	Noite	5	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0
H023_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H023_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H024_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H024_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H025_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	249	85	34
H025_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	250	85	34
H026_ciclotermico	Dia	4	2,80545	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H026_ciclotermico	Noite	4	2,80413	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H027_ciclotermico	Dia	67	47,4935	40	36	0	0	0	0	200	87	54
H027_ciclotermico	Noite	67	47,48	40	36	0	0	0	0	204	90	55
H028_ciclotermico	Dia	6	4,53987	4	3	0	0	0	0	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H028_ciclotermico	Noite	6	4,53707	4	3	0	0	0	0	0	0	0
H029_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H029_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H030_ciclotermico	Dia	8	6	5	4	25	16	12	6	0	0	0
H030_ciclotermico	Noite	8	6	5	4	25	16	11	6	0	0	0
H031_ciclotermico	Dia	5	4	3	0	25	16	12	6	0	0	0
H031_ciclotermico	Noite	5	4	3	0	25	16	11	6	0	0	0
H032_ciclotermico	Dia	7	5	4	3	25	16	12	6	0	0	0
H032_ciclotermico	Noite	7	5	4	3	25	16	11	6	0	0	0
H033_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H033_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H034_ciclotermico	Dia	6	4	3	3	25	16	12	6	0	0	0
H034_ciclotermico	Noite	6	4	3	3	25	16	11	6	0	0	0
H035_ciclotermico	Dia	4	3	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H035_ciclotermico	Noite	5	3	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H036_ciclotermico	Dia	9	7	6	5	25	16	12	6	0	0	0
H036_ciclotermico	Noite	9	7	6	5	25	16	11	6	0	0	0
H037_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H037_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H038_ciclotermico	Dia	8	6	5	4	25	16	12	6	0	0	0
H038_ciclotermico	Noite	8	6	5	4	25	16	11	6	0	0	0
H039_ciclotermico	Dia	2	0	0	0	16	11	9	5	0	0	0
H039_ciclotermico	Noite	2	0	0	0	16	10	8	5	0	0	0
H040_ciclotermico	Dia	3	2	2	0	18	13	11	8	0	0	0
H040_ciclotermico	Noite	3	2	2	0	18	13	10	7	0	0	0
H041_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H041_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H042_ciclotermico	Dia	8	6	5	4	25	16	12	6	0	0	0
H042_ciclotermico	Noite	8	6	5	4	25	16	11	6	0	0	0
H043_ciclotermico	Dia	3	2	0	0	27	18	14	7	0	0	0
H043_ciclotermico	Noite	3	2	0	0	27	18	13	7	0	0	0
H044_ciclotermico	Dia	11	8	7	6	34	25	21	15	0	0	0
H044_ciclotermico	Noite	9	7	6	5	33	24	20	14	0	0	0
H045_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H045_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H046_ciclotermico	Dia	8	6	5	4	25	16	12	6	0	0	0
H046_ciclotermico	Noite	8	6	5	4	25	16	11	6	0	0	0
H047_ciclotermico	Dia	1	0	0	0	20	13	11	6	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H047_ciclotermico	Noite	1	0	0	0	20	13	10	6	0	0	0
H048_ciclotermico	Dia	8	5	5	4	26	20	17	13	0	0	0
H048_ciclotermico	Noite	6	5	4	3	25	18	16	12	0	0	0
H049_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H049_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H050_ciclotermico	Dia	16	12	10	8	25	16	12	6	0	0	0
H050_ciclotermico	Noite	16	12	10	8	25	16	11	6	0	0	0
H051_ciclotermico	Dia	14	10	9	8	25	16	12	6	0	0	0
H051_ciclotermico	Noite	14	11	9	8	25	16	11	6	0	0	0
H052_ciclotermico	Dia	20	14	12	10	25	16	12	6	0	0	0
H052_ciclotermico	Noite	20	14	12	10	25	16	11	6	0	0	0
H053_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H053_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H054_ciclotermico	Dia	16	12	10	8	25	16	12	6	0	0	0
H054_ciclotermico	Noite	16	12	10	8	25	16	11	6	0	0	0
H055_ciclotermico	Dia	14	10	9	8	25	16	12	6	0	0	0
H055_ciclotermico	Noite	14	11	9	8	25	16	11	6	0	0	0
H056_ciclotermico	Dia	20	14	12	10	25	16	12	6	0	0	0
H056_ciclotermico	Noite	20	14	12	10	25	16	11	6	0	0	0
H057_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H057_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H058_ciclotermico	Dia	16	12	10	8	25	16	12	6	0	0	0
H058_ciclotermico	Noite	16	12	10	8	25	16	11	6	0	0	0
H059_ciclotermico	Dia	14	10	9	8	25	16	12	6	0	0	0
H059_ciclotermico	Noite	14	11	9	8	25	16	11	6	0	0	0
H060_ciclotermico	Dia	20	14	12	10	25	16	12	6	0	0	0
H060_ciclotermico	Noite	20	14	12	10	25	16	11	6	0	0	0
H061_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H061_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H062_ciclotermico	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H062_ciclotermico	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H001_Dosagem	Dia	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
H001_Dosagem	Noite	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
H002_Dosagem	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H002_Dosagem	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H003_Dosagem	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H003_Dosagem	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H004_Dosagem	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H004_Dosagem	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H005_Dosagem	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H005_Dosagem	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H006_Dosagem	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	117	40	16
H006_Dosagem	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	113	39	15
H007_Dosagem	Dia	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H007_Dosagem	Noite	21	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0
H008_Dosagem	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H008_Dosagem	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H009_Dosagem	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H009_Dosagem	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H001_Gerador	Dia	0	0	0	0	338	205	172	159	151	53	23
H001_Gerador	Noite	0	0	0	0	331	202	169	156	61	21	9
H002_Gerador	Dia	28	20	17	14	63	44	36	33	51	24	16
H002_Gerador	Noite	22	16	14	12	61	42	35	32	41	20	13
H003_Gerador	Dia	44	31	26	23	334	206	173	160	18	11	9
H003_Gerador	Noite	42	30	26	22	329	203	171	159	18	11	9
H004_Gerador	Dia	12	9	7	6	25	16	12	6	0	0	0
H004_Gerador	Noite	11	8	7	6	25	16	11	6	0	0	0
H005_Gerador	Dia	4	3	2	0	25	16	12	6	0	0	0
H005_Gerador	Noite	4	3	2	0	25	16	11	6	0	0	0
H006_Gerador	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H006_Gerador	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H007_Gerador	Dia	3	1	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H007_Gerador	Noite	3	1	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H008_Gerador	Dia	0	0	0	0	32	20	13	8	0	0	0
H008_Gerador	Noite	0	0	0	0	31	20	12	8	0	0	0
H009_Gerador	Dia	3	2	0	0	32	20	13	8	0	0	0
H009_Gerador	Noite	3	2	0	0	31	20	12	8	0	0	0
H010_Gerador	Dia	11	8	7	6	32	20	13	8	0	0	0
H010_Gerador	Noite	11	8	7	6	31	20	12	8	0	0	0
H011_Gerador	Dia	0	0	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H011_Gerador	Noite	0	0	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H012_Gerador	Dia	3	1	0	0	25	16	12	6	0	0	0
H012_Gerador	Noite	3	1	0	0	25	16	11	6	0	0	0
H013_Gerador	Dia	1	0	0	0	11	8	6	4	0	0	0
H013_Gerador	Noite	1	0	0	0	11	7	6	4	0	0	0
H014_Gerador	Dia	2	0	0	0	13	9	8	6	0	0	0
H014_Gerador	Noite	2	0	0	0	13	9	7	5	0	0	0
H015_Gerador	Dia	0	0	0	0	0	0	0	0	989	337	133
H015_Gerador	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	994	339	134
H016_Gerador	Dia	23	17	15	13	0	0	0	0	67	30	18

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H016_Gerador	Noite	23	17	15	13	0	0	0	0	71	32	20
H017_Gerador	Dia	52	38	33	30	0	0	0	0	189	84	51
H017_Gerador	Noite	52	38	33	30	0	0	0	0	196	88	54
H018_Gerador	Dia	10	7	6	6	0	0	0	0	0	0	0
H018_Gerador	Noite	10	7	6	6	0	0	0	0	0	0	0
H019_Gerador	Dia	10	7	6	5	0	0	0	0	0	0	0
H019_Gerador	Noite	10	7	6	5	0	0	0	0	0	0	0
H020_Gerador	Dia	12	8	7	6	0	0	0	0	0	0	0
H020_Gerador	Noite	12	8	7	6	0	0	0	0	0	0	0
H021_Gerador	Dia	11	8	7	6	0	0	0	0	0	0	0
H021_Gerador	Noite	11	8	7	6	0	0	0	0	0	0	0
H022_Gerador	Dia	52	38	33	29	0	0	0	0	184	82	50
H022_Gerador	Noite	53	38	33	29	0	0	0	0	190	85	52
H023_Gerador	Dia	6	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
H023_Gerador	Noite	6	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
H001_OC	Dia	0	0	0	0	42	24	16	13	28	13	8
H001_OC	Noite	0	0	0	0	41	24	16	13	58	23	12
H002_OC	Dia	10	7	6	5	38	25	16	12	0	0	0
H002_OC	Noite	10	7	6	5	38	24	16	12	0	0	0
H003_OC	Dia	72	51	43	38	42	24	16	13	70	32	20

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H003_OC	Noite	69	49	42	36	41	24	16	13	68	31	20
H004_OC	Dia	13	10	9	8	25	16	12	6	0	0	0
H004_OC	Noite	12	10	8	8	25	16	11	6	0	0	0
H005_OC	Dia	28	20	17	15	25	16	12	6	0	0	0
H005_OC	Noite	28	20	17	15	25	16	11	6	0	0	0
H006_OC	Dia	63	45	38	33	75	47	39	36	34	20	15
H006_OC	Noite	62	44	37	33	63	40	33	30	33	20	15
H007_OC	Dia	35	25	21	18	80	56	49	46	43	23	17
H007_OC	Noite	31	22	19	16	80	56	49	45	40	22	16
H008_OC	Dia	0	0	0	0	328	200	167	154	419	145	60
H008_OC	Noite	0	0	0	0	321	196	164	152	410	142	58
H009_OC	Dia	22	15	13	11	25	16	12	6	0	0	0
H009_OC	Noite	21	15	13	11	25	16	11	6	0	0	0
H010_OC	Dia	0	0	0	0	328	200	167	154	419	145	60
H010_OC	Noite	0	0	0	0	321	196	164	152	410	142	58
H011_OC	Dia	22	15	13	11	25	16	12	6	0	0	0
H011_OC	Noite	21	15	13	11	25	16	11	6	0	0	0
H012_OC	Dia	0	0	0	0	319	194	162	150	848	292	136
H012_OC	Noite	0	0	0	0	313	191	159	147	896	308	131
H013_OC	Dia	28	20	17	15	25	16	12	6	0	0	0

Cenário	Período	Jato de Fogo (kW/m ²)				Incêndio em Poça (kW/m ²)				Sobrepessão (bar)		
		3	9,83	19,46	35	3	9,83	19,46	35	0,03	0,1	0,3
H013_OC	Noite	28	20	17	15	25	16	11	6	0	0	0
H014_OC	Dia	0	0	0	0	319	194	162	150	848	292	136
H014_OC	Noite	0	0	0	0	313	191	159	147	896	308	131
H015_OC	Dia	28	20	17	15	25	16	12	6	0	0	0
H015_OC	Noite	28	20	17	15	25	16	11	6	0	0	0
H016_OC	Dia	40	29	24	21	65	41	34	30	13	9	8
H016_OC	Noite	39	28	24	21	60	38	31	28	12	9	8
H017_OC	Dia	29	21	18	16	72	50	43	40	41	23	17
H017_OC	Noite	25	18	15	14	72	50	43	40	38	22	16

Fonte: INERCO, 2026.

Tabela 37 Alcances da bola de fogo (em metros) Fase A e B

Cenário	Período	Bola de fogo (1%)	Bola de fogo (50%)	Bola de fogo (100%)	Tempo de duração (s)
Hidrogênio\H001	Dia	15	8	28	0,818004
Hidrogênio\H001	Noite	15	8	28	0,818004
Hidrogênio\H004	Dia	10	5	22	0,698156
Hidrogênio\H004	Noite	10	5	22	0,698156
OC_FaseA\H014	Dia	163	108	163	3,03362
OC_FaseA\H014	Noite	164	109	164	3,03362
OC_FaseA\H015	Dia	1024	716	660	9,41672
OC_FaseA\H015	Noite	1028	719	662	9,41672
OC_FaseB\H011	Dia	878	612	586	8,55921
OC_FaseB\H011	Noite	881	614	588	8,55921
OC_FaseB\H012	Dia	1550	1095	912	8,55921
OC_FaseB\H012	Noite	1556	1099	915	12,2713
OC_FaseB\H013	Dia	1550	1095	912	12,2713
OC_FaseB\H013	Noite	1556	1099	915	12,2713

Fonte: INERCO, 2026

Tabela 38 Alcances da bola de fogo (em metros) Fase C

Cenário	Período	Bola de fogo (1%)	Bola de fogo (50%)	Bola de fogo (100%)	Tempo de duração (s)
H019_ciclotermico	Dia	0	0	1	0,0562592
H019_ciclotermico	Noite	0	0	1	0,0562592
H020_ciclotermico	Dia	0	0	1	0,0576272
H020_ciclotermico	Noite	0	0	1	0,0576272
H021_ciclotermico	Dia	0	0	1	0,0562592
H021_ciclotermico	Noite	0	0	1	0,0562592
H022_ciclotermico	Dia	0	0	1	0,0576272
H022_ciclotermico	Noite	0	0	1	0,0576272
H025_ciclotermico	Dia	13	7	26	0,697606
H025_ciclotermico	Noite	13	7	26	0,697606
H027_ciclotermico	Dia	11	6	24	0,672815
H027_ciclotermico	Noite	11	6	24	0,672815
H015_Gerador	Dia	78	50	94	1,94864
H015_Gerador	Noite	78	50	94	1,94864
H018_Gerador	Dia	0	0	1	0,0889813
H018_Gerador	Noite	0	0	1	0,0889813
H019_Gerador	Dia	0	0	1	0,0890035
H019_Gerador	Noite	0	0	1	0,0890035
H020_Gerador	Dia	0	0	1	0,0659759
H020_Gerador	Noite	0	0	1	0,0659759

Cenário	Período	Bola de fogo (1%)	Bola de fogo (50%)	Bola de fogo (100%)	Tempo de duração (s)
H021_Gerador	Dia	0	0	1	0,0659501
H021_Gerador	Noite	0	0	1	0,0659501

Fonte: INERCO, 2026.

5.5 Análise de vulnerabilidade

A análise de vulnerabilidade é realizada segundo procedimentos que envolvem a estimativa dos danos gerados sobre a população exposta, devido ao desencadeamento das sequências acidentais identificadas no estudo.

O limite da área de interesse das consequências físicas é expresso sob a forma de mapas plotados a partir de Pontos de Liberações (PL) na instalação em estudo. A Figura 15 Pontos de liberação para as hipóteses acidentais abaixo apresenta a localização destes pontos de liberação:



Figura 15 Pontos de liberação para as hipóteses acidentais

Fonte: INERCO, 2026

A relação entre PLs e hipóteses acidentais está resumida na Tabela 39 (Fase A e B) e Tabela 40 (Fase C). O mapeamento das vulnerabilidades está apresentado no ANEXO VII com plotagem das distâncias obtidas pelas radiações térmicas e sobrepressões em seus respectivos PLs (Pontos de Liberação).

Tabela 39 Relação dos PLs por hipótese acidental Fase A e B

Cenário	PL	Distância até o limite do empreendimento (m)	Extrapolar?
Hidrogênio\H001_PL01	01	124,72	SIM
Hidrogênio\H001_PL01	01	124,72	SIM
Hidrogênio\H002_PL01	01	124,72	NÃO
Hidrogênio\H002_PL01	01	124,72	NÃO
Hidrogênio\H003_PL01	01	124,72	NÃO
Hidrogênio\H003_PL01	01	124,72	NÃO
Hidrogênio\H004_PL01	01	124,72	SIM
Hidrogênio\H004_PL01	01	124,72	SIM
Hidrogênio\H005_PL01	01	124,72	NÃO
Hidrogênio\H005_PL01	01	124,72	NÃO
Hidrogênio\H006_PL01	01	124,72	NÃO
Hidrogênio\H006_PL01	01	124,72	NÃO
OC_estocagem\H001_PL01	01	253,93	NÃO
OC_estocagem\H001_PL01	01	253,93	NÃO
OC_estocagem\H002_PL01	01	253,93	NÃO
OC_estocagem\H002_PL01	01	253,93	NÃO
OC_estocagem\H003_PL01	01	253,93	NÃO
OC_estocagem\H003_PL01	01	253,93	NÃO
OC_estocagem\H004_PL01	01	253,93	NÃO
OC_estocagem\H004_PL01	01	253,93	NÃO
OC_estocagem\H005_PL01	01	253,93	NÃO
OC_estocagem\H005_PL01	01	253,93	NÃO
OC_FaseA\H001_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H001_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H002_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H002_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H003_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H003_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H004_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H004_PL01	01	169,68	NÃO

Cenário	PL	Distância até o limite do empreendimento (m)	Extrapolar?
OC_FaseA\H005_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H005_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H006_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H006_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H007_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H007_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H008_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H008_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H009_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H009_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H010_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H010_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H011_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H011_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H012_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H012_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H013_PL01	01	169,68	SIM
OC_FaseA\H013_PL01	01	169,68	SIM
OC_FaseA\H014_PL01	01	169,68	SIM
OC_FaseA\H014_PL01	01	169,68	SIM
OC_FaseA\H015_PL01	01	169,68	SIM
OC_FaseA\H015_PL01	01	169,68	SIM
OC_FaseA\H016_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseA\H016_PL01	01	169,68	NÃO
OC_FaseB\H001_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H001_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H002_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H002_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H003_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H003_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H004_PL01	01	357,83	SIM
OC_FaseB\H004_PL01	01	357,83	SIM
OC_FaseB\H005_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H005_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H006_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H006_PL01	01	357,83	NÃO

Cenário	PL	Distância até o limite do empreendimento (m)	Extrapolado?
OC_FaseB\H007_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H007_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H008_PL01	01	357,83	SIM
OC_FaseB\H008_PL01	01	357,83	SIM
OC_FaseB\H009_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H009_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H010_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H010_PL01	01	357,83	NÃO
OC_FaseB\H011_PL01	01	357,83	SIM
OC_FaseB\H011_PL01	01	357,83	SIM
OC_FaseB\H012_PL01	01	357,83	SIM
OC_FaseB\H012_PL01	01	357,83	SIM
OC_FaseB\H013_PL01	01	357,83	SIM
OC_FaseB\H013_PL01	01	357,83	SIM

Fonte: INERCO, 2026.

Tabela 40 Relação dos PLs por hipótese acidental Fase C

Cenário	PL	Distância até o limite do empreendimento (m)	Extrapolou?
H001_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H001_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H002_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H002_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H003_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H003_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H004_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H004_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H005_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H005_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H006_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H006_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H007_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H007_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H008_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H008_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H009_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H009_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H010_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H010_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H011_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H011_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H012_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H012_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H013_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H013_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H014_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H014_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H015_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H015_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H016_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H016_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H017_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H017_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H018_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO

Cenário	PL	Distância até o limite do empreendimento (m)	Extrapolar?
H018_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H019_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H019_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H020_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H020_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H021_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H021_CaldAux_PL01	01	362,65	NÃO
H001_Caldeiras_PL01	01	172,55	SIM
H001_Caldeiras_PL01	01	172,55	SIM
H002_Caldeiras_PL01	01	172,55	NÃO
H002_Caldeiras_PL01	01	172,55	NÃO
H003_Caldeiras_PL01	01	172,55	NÃO
H003_Caldeiras_PL01	01	172,55	NÃO
H004_Caldeiras_PL01	01	172,55	NÃO
H004_Caldeiras_PL01	01	172,55	NÃO
H005_Caldeiras_PL01	01	172,55	NÃO
H005_Caldeiras_PL01	01	172,55	NÃO
H006_Caldeiras_PL01	01	172,55	NÃO
H006_Caldeiras_PL01	01	172,55	NÃO
H007_Caldeiras_PL01	01	172,55	NÃO
H007_Caldeiras_PL01	01	172,55	NÃO
H001_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H001_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H002_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H002_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H003_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H003_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H004_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H004_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H005_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H005_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H006_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H006_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H007_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H007_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H008_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO

Cenário	PL	Distância até o limite do empreendimento (m)	Extrapolar?
H008_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H009_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H009_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H010_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H010_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H011ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H011ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H012_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H012_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H013_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H013_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H014_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H014_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H015_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H015_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H016_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H016_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H017_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H017_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H018_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H018_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H019_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H019_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H020_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H020_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H021_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H021_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H022_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H022_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H023_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H023_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H024_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H024_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H025_ciclotermico_PL01	01	227,71	SIM
H025_ciclotermico_PL01	01	227,71	SIM
H026_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO

Cenário	PL	Distância até o limite do empreendimento (m)	Extrapolar?
H026_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H027_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H027_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H028_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H028_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H029_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H029_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H030_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H030_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H031_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H031_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H032_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H032_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H033_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H033_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H034_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H034_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H035_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H035_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H036_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H036_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H037_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H037_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H038_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H038_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H039_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H039_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H040_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H040_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H041_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H041_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H042_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H042_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H043_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H043_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H044_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO

Cenário	PL	Distância até o limite do empreendimento (m)	Extrapolar?
H044_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H045_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H045_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H046_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H046_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H047_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H047_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H048_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H048_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H049_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H049_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H050_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H050_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H051_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H051_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H052_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H052_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H053_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H053_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H054_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H054_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H055_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H055_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H056_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H056_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H057_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H057_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H058_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H058_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H059_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H059_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H060_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H060_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H061_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H061_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H062_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO
H062_ciclotermico_PL01	01	227,71	NÃO

Cenário	PL	Distância até o limite do empreendimento (m)	Extrapolar?
H001_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H001_Dosagem_PL01	01	130,06	SIM
H002_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H002_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H003_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H003_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H004_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H004_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H005_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H005_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H006_Dosagem_PL01	01	130,06	SIM
H006_Dosagem_PL01	01	130,06	SIM
H007_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H007_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H008_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H008_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H009_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H009_Dosagem_PL01	01	130,06	NÃO
H001_Gerador_PL01	01	212,49	SIM
H001_Gerador_PL01	01	212,49	SIM
H002_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H002_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H003_Gerador_PL01	01	212,49	SIM
H003_Gerador_PL01	01	212,49	SIM
H004_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H004_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H005_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H005_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H006_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H006_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H007_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H007_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H008_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H008_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H009_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H009_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H010_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO

Cenário	PL	Distância até o limite do empreendimento (m)	Extrapolar?
H010_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H011_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H011_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H012_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H012_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H013_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H013_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H014_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H014_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H015_Gerador_PL01	01	212,49	SIM
H015_Gerador_PL01	01	212,49	SIM
H016_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H016_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H017_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H017_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H018_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H018_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H019_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H019_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H020_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H020_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H021_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H021_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H022_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H022_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H023_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H023_Gerador_PL01	01	212,49	NÃO
H001_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H001_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H002_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H002_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H003_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H003_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H004_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H004_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H005_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H005_OC_PL01	01	212,52	NÃO

Cenário	PL	Distância até o limite do empreendimento (m)	Extrapolou?
H006_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H006_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H007_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H007_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H008_OC_PL01	01	212,52	SIM
H008_OC_PL01	01	212,52	SIM
H009_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H009_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H010_OC_PL01	01	212,52	SIM
H010_OC_PL01	01	212,52	SIM
H011_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H011_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H012_OC_PL01	01	212,52	SIM
H012_OC_PL01	01	212,52	SIM
H013_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H013_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H014_OC_PL01	01	212,52	SIM
H014_OC_PL01	01	212,52	SIM
H015_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H015_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H016_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H016_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H017_OC_PL01	01	212,52	NÃO
H017_OC_PL01	01	212,52	NÃO

Fonte: INERCO, 2026.

5.6 Efeito dominó

O efeito dominó é definido como uma sucessão de eventos desencadeados após a ocorrência de um evento inicial, provocando uma série de outras consequências.

Neste relatório avaliou-se a capacidade de um cenário acidental ocorrido na Âmbar poder gerar consequências nas empresas vizinhas.

5.6.1 Efeito dominó por sobrepressão

O valor de sobrepressão capaz de apresentar danos catastróficos às edificações e, portanto, possibilidade de fatalidade das pessoas existentes em seu interior é de 0,3 bar, já a sobrepressão de 0,1 bar corresponde a danos reparáveis às estruturas (paredes, portas, telhados etc.) e, portanto, perigo à saúde e, eventualmente, à vida.

A “carga” de explosão age sobre uma estrutura, ou obstáculo, de quatro maneiras diferentes:

- A frente da onda não atinge o obstáculo;
- A frente da onda alcança o obstáculo, ocorre o fenômeno de reflexão e depois o decaimento da pressão;
- A explosão envolve a estrutura;
- A frente da onda passa pela estrutura.

Em função do enfoque desta análise ser o efeito sobre tubulações e equipamentos da unidade, a Tabela 41 mostra a correlação entre a sobrepressão e os danos produzidos em tubulações.

Tabela 41 - Danos devido a sobrepressão.

Descrição do dano	Pressão (bar)
Falhas na conexão entre chapas onduladas de aço ou alumínio	0,07 – 0,14
Colapso de paredes feitas com blocos de concreto	0,15 – 0,20
Colapso de parede de tijolos, 20 – 30 cm	0,50
Pequenos danos as estruturas de aço	0,08 – 0,10
Colapso das estruturas de aço e deslocamento da fundação	0,20
Colapso da auto- estrutura industrial feita de aço	0,20 – 0,30
Remoção do revestimento de edifício de indústria leve	0,30
Colapso do telhado do tanque de armazenamento	0,07
Desmoronamento da estrutura de suporte do tanque de armazenamento redondo	1
Rachadura em tanque de armazenamento de óleo vazio	0,20 – 0,30
Deslocamento de tanque de armazenamento cilíndrico, falha de conexão das tubulações	0,5 – 1
Danos a uma coluna de fracionamento	0,35 – 0,80
Ligeiras deformações de uma tubulação	0,20 – 0,30
Deslocamento e/ou quebra de tubulação	0,35 – 0,40
Colapso da tubulação	0,40 – 0,55
Chapeamento de carros e caminhões pressionados para dentro	0,35
Quebra de postes telefônicos de madeira	0,35
Tombamento de vagão de trem carregado	0,50
Queda de árvores grandes	0,20 – 0,40

Fonte: TNO “Green book”, Cap. 2.

Desta forma, as Tabela 42 (Fase A e B) e Tabela 43 (Fase C) na sequência apresentam as distâncias dos cenários mais críticos de cada unidade para o nível de sobrepressão de 0,35 bar. O Anexo IX – Efeito Dominó apresenta o relatório com as distâncias correspondentes ao nível de 0,35 bar.

Tabela 42 Hipóteses acidentais que contribuem para o efeito dominó por sobrepressão Fase A e B

Cenário	Período - Faixa de vento	Explosão (0,35 bar) (m)	Distância até a empresa mais próxima (m)	Possibilidade de efeito dominó?
Hidrogênio\H001_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	34,8196	124,72	NÃO
Hidrogênio\H001_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	34,7816	124,72	NÃO
Hidrogênio\H003_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	6,20213	124,72	NÃO
Hidrogênio\H003_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	6,96653	124,72	NÃO
Hidrogênio\H004_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	28,8893	124,72	NÃO
Hidrogênio\H004_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	28,9615	124,72	NÃO
Hidrogênio\H005_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	4,40938	124,72	NÃO
Hidrogênio\H005_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	4,44305	124,72	NÃO
OC_estocagem\H001_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	4,40938	253,93	NÃO
OC_estocagem\H001_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	4,44305	253,93	NÃO
OC_estocagem\H003_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	5,76483	253,93	NÃO
OC_estocagem\H003_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	5,50195	253,93	NÃO
OC_FaseB\H003_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H003_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H004_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H004_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H006_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H006_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H008_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H008_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H011_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H011_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H012_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H012_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H013_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO
OC_FaseB\H013_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	0,03	357,83	NÃO

Fonte: INERCO, 2026.

Tabela 43 Hipóteses acidentais que contribuem para o efeito dominó por sobrepressão Fase C

Cenário	Período - Faixa de vento	Explosão (0,35 bar) (m)	Distância até a empresa mais próxima (m)	Possibilidade de efeito dominó?
H011_CaldAux_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	4,35204	362,65	NÃO
H011_CaldAux_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	4,45519	362,65	NÃO
H013_CaldAux_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	4,35204	362,65	NÃO
H013_CaldAux_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	4,45519	362,65	NÃO
H020_CaldAux_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	5,98782	362,65	NÃO
H021_CaldAux_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	5,98782	362,65	NÃO
H001_Caldeiras_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	180,2	172,55	SIM
H001_Caldeiras_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	180,2	172,55	SIM
H013_ciclotermico_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	25,0034	227,71	NÃO
H013_ciclotermico_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	26,4702	227,71	NÃO
H014_ciclotermico_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	3,87089	227,71	NÃO
H015_ciclotermico_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	3,87089	227,71	NÃO
H025_ciclotermico_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	28,708	227,71	NÃO
H025_ciclotermico_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	28,7821	227,71	NÃO
H027_ciclotermico_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	51,046	227,71	NÃO
H027_ciclotermico_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	51,7129	227,71	NÃO
H006_Dosagem_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	30,8296	130,06	NÃO
H006_Dosagem_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	29,5604	130,06	NÃO
H001_Gerador_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	20,0078	212,49	NÃO
H001_Gerador_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	7,72178	212,49	NÃO
H002_Gerador_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	15,3152	212,49	NÃO
H002_Gerador_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	12,3027	212,49	NÃO
H003_Gerador_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	8,35745	212,49	NÃO
H003_Gerador_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	8,46145	212,49	NÃO
H015_Gerador_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	113,815	212,49	NÃO
H015_Gerador_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	114,409	212,49	NÃO
H016_Gerador_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	17,2274	212,49	NÃO
H016_Gerador_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	18,7029	212,49	NÃO
H017_Gerador_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	48,1832	212,49	NÃO
H017_Gerador_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	50,3368	212,49	NÃO
H022_Gerador_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	46,7307	212,49	NÃO
H022_Gerador_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	48,5306	212,49	NÃO
H001_OC_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	7,76743	212,52	NÃO
H001_OC_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	10,9509	212,52	NÃO

Cenário	Período - Faixa de vento	Explosão (0,35 bar) (m)	Distância até a empresa mais próxima (m)	Possibilidade de efeito dominó?
H003_OC_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	19,1539	212,52	NÃO
H003_OC_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	19,1539	212,52	NÃO
H006_OC_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	14,9341	212,52	NÃO
H006_OC_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	14,9441	212,52	NÃO
H007_OC_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	16,1028	212,52	NÃO
H007_OC_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	15,7271	212,52	NÃO
H008_OC_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	51,2792	212,52	NÃO
H008_OC_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	49,6209	212,52	NÃO
H010_OC_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	51,2792	212,52	NÃO
H010_OC_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	49,6209	212,52	NÃO
H012_OC_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	128,07	212,52	NÃO
H012_OC_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	119,693	212,52	NÃO
H014_OC_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	128,07	212,52	NÃO
H014_OC_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	119,693	212,52	NÃO
H016_OC_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	7,66009	212,52	NÃO
H016_OC_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	7,47233	212,52	NÃO
H017_OC_PL01	Diurno 3 < V < 5m/s	16,3715	212,52	NÃO
H017_OC_PL01	Noturno 3 < V < 5m/s	15,7916	212,52	NÃO

Fonte: INERCO, 2026.

Conforme apresentado acima, existe a possibilidade de ocorrência de efeito dominó pelos efeitos de sobrepressão no sistema de Caldeiras da Fase C (Hipótese acidental H001)

É importante ressaltar que não existe uma metodologia para estimar o cálculo das novas consequências em função da possibilidade do efeito dominó por sobrepressão.

6 ESTIMATIVA DAS FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIA

Para a obtenção da frequência de ocorrência de cada hipótese acidental foram somadas as frequências das falhas dos componentes existentes no trecho da instalação passíveis de sofrerem falhas, gerando liberação dos produtos. Esse procedimento é equivalente à construção de uma árvore de falhas, na qual o evento topo é um portão “ou” e cujas entradas são as causas relacionadas com as falhas de linhas, bombas, tanques de armazenamento ou outros componentes associados à hipótese sob análise.

As frequências atribuídas a cada evento básico foram obtidas diretamente a partir do banco de dados BEVI, adotado como referência metodológica para o presente estudo. Ressalta-se que o BEVI já incorpora, na estruturação das taxas de falha disponibilizadas, o tratamento estatístico de diferentes naturezas de falhas, incluindo aquelas de caráter aleatório, não dependentes do tempo, e aquelas associadas a mecanismos de degradação progressiva, dependentes do tempo, como corrosão, desgaste e perda de integridade estrutural. Tais taxas resultam de consolidação de registros históricos e modelos de confiabilidade aplicáveis a cada classe de equipamento, não sendo necessária a segregação adicional dessas contribuições no âmbito deste EAR.

De forma análoga, as frequências constantes no BEVI consideram, quando aplicável, a influência de intervenções operacionais e de fatores humanos no histórico de desempenho dos equipamentos, estando esses aspectos implicitamente refletidos nas taxas globais de falha utilizadas. Assim, eventuais contribuições de erro humano que impactam a ocorrência de eventos iniciadores encontram-se incorporadas às frequências adotadas, conforme a base estatística que fundamenta o banco de dados.

Dessa maneira, a metodologia empregada, ao utilizar diretamente as frequências consolidadas do BEVI na construção da árvore de falhas, assegura que as estimativas apresentadas neste estudo já contemplem, de forma integrada e consistente, as diferentes naturezas de falha e os fatores operacionais associados, mantendo aderência às práticas reconhecidas de Análise Quantitativa de Riscos.

A Tabela 44 apresenta as taxas de falha dos componentes consideradas no cálculo das frequências de ocorrência das hipóteses acidentais selecionadas para a estimativa de riscos.

Tabela 44 – Taxas de falhas dos componentes⁴

Componente	Tipo falha	Taxa de falha	Unidade	Fonte
Tanque atmosférico	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	oc.ano ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 17, p. 37
	Vazamento maior conexão	5,00E-06		
Linha com D < 75 mm	Ruptura total	1,00E-06	oc.ano ⁻¹ .m ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 27, p. 42
	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% ⁵	5,00E-06		
Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	Ruptura total	3,00E-07	oc.ano ⁻¹ .m ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 27, p. 42
	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% ⁵	2,00E-06		
Linha com D > 150 mm	Ruptura total	1,00E-07	oc.ano ⁻¹ .m ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 27, p. 42
	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% ⁵	5,00E-07		
	Vazamento através de 10% do diâmetro ⁵	2,00E-05		
Mangote de carregamento/ descarregamento	Ruptura total	3,50E-02	oc.ano ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 50, p. 59
	Vazamento através de 10% do diâmetro ⁵	3,50E-01		
Reservatório pressurizado	Ruptura no reservatório pressurizado	5,00E-07	oc.ano ⁻¹	Bevi, 2009, Módulo C, Tabela 13, p. 32
	Liberação 10 min reservatório pressurizado	5,00E-07		
	Furo no reservatório pressurizado	1,00E-05		
Válvula de alívio	Abertura PSV	2,00E-05	oc.ano ⁻¹	Bevi, 2009, Módulo C, Tabela 41, p. 54

Fonte: Bevi, 2009.

A partir da Tabela 44, foram calculadas as frequências das hipóteses de interesse para o risco conforme mostra a Tabela 45.

⁴ As frequências das linhas estão expressas em oc/m.ano e já contemplam as falhas de juntas, válvulas e flanges

⁵ Diâmetro do furo de 10% em relação ao diâmetro nominal da tubulação (até o limite de 50 mm).

Tabela 45 – Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase A e B

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H001_H2PL01	Reservatório pressurizado	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H002_H2PL01	Reservatório pressurizado	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
H003_H2PL01	Reservatório pressurizado	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H004_H2PL01	Reservatório pressurizado	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H005_H2PL01	Reservatório pressurizado	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
H006_H2PL01	Reservatório pressurizado	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H001_OC_FaseA_PL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H002_OC_FaseA_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H003_OC_FaseA_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H004_OC_FaseA_PL01	Linha	2,5	Ruptura total	1,00E-06	2,50E-06	2,50E-06
H005_OC_FaseA_PL01	Linha	2,5	Vazamento por um furo de diâmetro de 10%(1)	5,00E-06	1,25E-05	1,25E-05
H006_OC_FaseA_PL01	Tanque atmosférico	2	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	1,00E-05	1,00E-05

Tabela 45 – Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase A e B

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H007_OC_FaseA_PL01	Tanque atmosférico	2	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	2,00E-04	2,00E-04
H008_OC_FaseA_PL01	Tanque atmosférico	2	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-06	1,00E-05	1,00E-05
H009_OC_FaseA_PL01	Linha	100	Ruptura total	1,00E-06	1,00E-04	1,00E-04
H010_OC_FaseA_PL01	Linha	100	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	5,00E-04	5,00E-04
H011_OC_FaseA_PL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H012_OC_FaseA_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H013_OC_FaseA_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H014_OC_FaseA_PL01	Reservatório pressurizado	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H015_OC_FaseA_PL01	Reservatório pressurizado	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H016_OC_FaseA_PL01	Reservatório pressurizado	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H001_OC_FaseB_PL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	oc/ano
H002_OC_FaseB_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	oc/ano

Tabela 45 – Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase A e B

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H003_OC_FaseB_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-06	5,00E-06	oc/ano
H004_OC_FaseB_PL01	Linha	2,5	Ruptura total	1,00E-06	2,50E-06	oc/ano
H005_OC_FaseB_PL01	Linha	2,5	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	1,25E-05	oc/ano
H006_OC_FaseB_PL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	oc/ano
H007_OC_FaseB_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	oc/ano
H008_OC_FaseB_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-06	5,00E-06	oc/ano
H009_OC_FaseB_PL01	Linha	100	Ruptura total	1,00E-06	1,00E-04	oc/ano
H010_OC_FaseB_PL01	Linha	100	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	5,00E-04	oc/ano
H011_OC_FaseB_PL01	Reservatório pressurizado	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	5,00E-07	oc/ano
H012_OC_FaseB_PL01	Reservatório pressurizado	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	5,00E-07	oc/ano
H013_OC_FaseB_PL01	Reservatório pressurizado	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	5,00E-07	oc/ano
H001_OC_Est_PL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06

Tabela 45 – Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase A e B

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H002_OC_Est_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H003_OC_Est_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H004_OC_Est_PL01	Linha	100	Ruptura total	1,00E-06	1,00E-04	1,00E-04
H005_OC_Est_PL01	Linha	100	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	5,00E-04	5,00E-04

Fonte: INERCO, 2026.

Tabela 46 Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase C

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H001_DosagemPL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H002_DosagemPL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H003_DosagemPL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H004_DosagemPL01	Linha	10	Ruptura total	1,00E-06	1,00E-05	1,00E-05
H005_DosagemPL01	Linha	10	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	5,00E-05	5,00E-05
H006_DosagemPL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	1	Ruptura total	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H007_DosagemPL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	1	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	4,40E-03	4,40E-03	4,40E-03
H008_DosagemPL01	Linha	100	Ruptura total	1,00E-06	1,00E-04	1,00E-04
H009_DosagemPL01	Linha	100	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	5,00E-04	5,00E-04
H001_OC_PL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H002_OC_PL02	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H003_OC_PL03	Tanque atmosférico	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H004_OC_PL04	Linha	60	Ruptura total	1,00E-07	6,00E-06	6,00E-06

Tabela 46 Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase C

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H005_OC_PL05	Linha	60	Vazamento por um furo de diâmetro de 10%(1)	5,00E-07	3,00E-05	3,00E-05
H006_OC_PL06	Linha	450	Ruptura total	3,00E-07	1,35E-04	1,35E-04
H007_OC_PL07	Linha	450	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	2,00E-06	9,00E-04	9,00E-04
H008_OC_PL08	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	1	Ruptura total	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H009_OC_PL09	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	1	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	4,40E-03	4,40E-03	4,40E-03
H010_OC_PL10	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	1	Ruptura total	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H011_OC_PL11	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	1	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	4,40E-03	4,40E-03	4,40E-03
H012_OC_PL12	Trocador de calor (Tabela 39)	1	Ruptura de 10 tubos do trocador ao mesmo tempo	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H013_OC_PL13	Trocador de calor (Tabela 39)	1	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
H014_OC_PL14	Trocador de calor (Tabela 39)	1	Ruptura de 10 tubos do trocador ao mesmo tempo	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H015_OC_PL15	Trocador de calor (Tabela 39)	1	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
H016_OC_PL16	Linha	450	Ruptura total	3,00E-07	1,35E-04	1,35E-04

Tabela 46 Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase C

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H017_OC_PL17	Linha	450	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	2,00E-06	9,00E-04	9,00E-04
H001_Caldeiras_PL01	Reservatório pressurizado	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H002_Caldeiras_PL01	Linha	50	Ruptura total	3,00E-07	1,50E-05	1,50E-05
H003_Caldeiras_PL01	Linha	50	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	2,00E-06	1,00E-04	1,00E-04
H004_Caldeiras_PL01	Reservatório pressurizado	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H005_Caldeiras_PL01	Linha	3	Ruptura total	3,00E-07	9,00E-07	9,00E-07
H006_Caldeiras_PL01	Reservatório pressurizado	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H007_Caldeiras_PL01	Reservatório pressurizado	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H016_CaldAux_PL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	3	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	4,40E-03	1,32E-02	1,32E-02
H017_CaldAux_PL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	3	Ruptura total	1,00E-04	3,00E-04	3,00E-04
H018_CaldAux_PL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	3	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	4,40E-03	1,32E-02	1,32E-02
H019_CaldAux_PL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06

Tabela 46 Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase C

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H020_CaldAux_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H021_CaldAux_PL01	Reservatório pressurizado	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H016_CaldAux_PL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	3	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	4,40E-03	1,32E-02	1,32E-02
H017_CaldAux_PL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	3	Ruptura total	1,00E-04	3,00E-04	3,00E-04
H018_CaldAux_PL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	3	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	4,40E-03	1,32E-02	1,32E-02
H019_CaldAux_PL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H020_CaldAux_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H021_CaldAux_PL01	Reservatório pressurizado	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H016_CaldAux_PL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	3	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	4,40E-03	1,32E-02	1,32E-02
H017_CaldAux_PL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	3	Ruptura total	1,00E-04	3,00E-04	3,00E-04
H018_CaldAux_PL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	3	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	4,40E-03	1,32E-02	1,32E-02

Tabela 46 Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase C

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H019_CaldAux_PL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H020_CaldAux_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H021_CaldAux_PL01	Reservatório pressurizado	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07
H001_Gerador_PL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H002_Gerador_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H003_Gerador_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H004_Gerador_PL01	Linha	20	Ruptura total	3,00E-07	6,00E-06	6,00E-06
H005_Gerador_PL01	Linha	20	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	2,00E-06	4,00E-05	4,00E-05
H006_Gerador_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Liberação de todo o inventário/ruptura	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H007_Gerador_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Vazamento através de um furo	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03
H008_Gerador_PL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H009_Gerador_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04

Tabela 46 Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase C

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H010_Gerador_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H011_Gerador_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Liberação de todo o inventário/ruptura	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H012_Gerador_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Vazamento através de um furo	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03
H013_Gerador_PL01	Linha	20	Ruptura total	1,00E-06	2,00E-05	2,00E-05
H014_Gerador_PL01	Linha	20	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	1,00E-04	1,00E-04
H015_Gerador_PL01	Reservatório pressurizado	20	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-07	1,00E-05	1,00E-05
H016_Gerador_PL01	Reservatório pressurizado	20	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-05	2,00E-04	2,00E-04
H017_Gerador_PL01	Reservatório pressurizado	20	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-07	1,00E-05	1,00E-05
H018_Gerador_PL01	Linha	50	Ruptura total	1,00E-06	5,00E-05	5,00E-05
H019_Gerador_PL01	Linha	50	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	2,50E-04	2,50E-04
H020_Gerador_PL01	Linha	15	Ruptura total	1,00E-06	1,50E-05	1,50E-05
H021_Gerador_PL01	Linha	15	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	7,50E-05	7,50E-05
H022_Gerador_PL01	Linha	5	Ruptura total	1,00E-06	5,00E-06	5,00E-06

Tabela 46 Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase C

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H023_Gerador_PL01	Linha	5	Vazamento por um furo de diâmetro de 10%(1)	5,00E-06	2,50E-05	2,50E-05
H001_ciclotermico_PL01	Tanque atmosférico	1	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H002_ciclotermico_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
H003_ciclotermico_PL01	Tanque atmosférico	1	Vazamento de todo o inventário em 10 min.	5,00E-06	5,00E-06	5,00E-06
H004_ciclotermico_PL01	Linha	15	Ruptura total	1,00E-07	1,50E-06	1,50E-06
H005_ciclotermico_PL01	Linha	15	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-07	7,50E-06	7,50E-06
H006_ciclotermico_PL01	Linha	15	Ruptura total	1,00E-07	1,50E-06	1,50E-06
H007_ciclotermico_PL01	Linha	15	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-07	7,50E-06	7,50E-06
H008_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 39)	1	Ruptura de 10 tubos do trocador ao mesmo tempo	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H009_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 39)	1	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
H010_ciclotermico_PL01	Linha	0,5	Ruptura total	1,00E-06	5,00E-07	5,00E-07
H011_ciclotermico_PL01	Linha	0,5	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	2,50E-06	2,50E-06
H012_ciclotermico_PL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	1	Ruptura total	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04

Tabela 46 Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase C

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H013_ciclotermico_PL01	Compressor/bomba centrífugo(a) (com gaxeta)	1	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	4,40E-03	4,40E-03	4,40E-03
H014_ciclotermico_PL01	Linha	30	Ruptura total	1,00E-06	3,00E-05	3,00E-05
H015_ciclotermico_PL01	Linha	30	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	1,50E-04	1,50E-04
H016_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 39)	1	Ruptura de 10 tubos do trocador ao mesmo tempo	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H017_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 39)	1	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
H018_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 39)	1	Ruptura de 10 tubos do trocador ao mesmo tempo	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H019_ciclotermico_PL01	Linha	15	Ruptura total	1,00E-06	1,50E-05	1,50E-05
H020_ciclotermico_PL01	Linha	15	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	7,50E-05	7,50E-05
H021_ciclotermico_PL01	Linha	15	Ruptura total	1,00E-06	1,50E-05	1,50E-05
H022_ciclotermico_PL01	Linha	15	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	7,50E-05	7,50E-05
H023_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 39)	1	Ruptura de 10 tubos do trocador ao mesmo tempo	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H024_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 39)	1	Vazamento através de 10% do diâmetro (1)	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
H025_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Liberação de todo o inventário/ruptura	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05

Tabela 46 Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase C

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H026_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Vazamento através de um furo	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03
H027_ciclotermico_PL01	Linha	15	Ruptura total	1,00E-07	1,50E-06	1,50E-06
H028_ciclotermico_PL01	Linha	15	Vazamento por um furo de diâmetro de 10%(1)	5,00E-07	7,50E-06	7,50E-06
H029_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Liberação de todo o inventário/ruptura	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H030_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Vazamento através de um furo	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03
H031_ciclotermico_PL01	Linha	30	Ruptura total	3,00E-07	9,00E-06	9,00E-06
H032_ciclotermico_PL01	Linha	30	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	2,00E-06	6,00E-05	6,00E-05
H033_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Liberação de todo o inventário/ruptura	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H034_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Vazamento através de um furo	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03
H035_ciclotermico_PL01	Linha	35	Ruptura total	1,00E-07	3,50E-06	3,50E-06
H036_ciclotermico_PL01	Linha	35	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-07	1,75E-05	1,75E-05
H037_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Liberação de todo o inventário/ruptura	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H038_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Vazamento através de um furo	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03

Tabela 46 Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase C

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H039_ciclotermico_PL01	Linha	35	Ruptura total	1,00E-06	3,50E-05	3,50E-05
H040_ciclotermico_PL01	Linha	35	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	1,75E-04	1,75E-04
H041_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Liberação de todo o inventário/ruptura	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H042_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Vazamento através de um furo	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03
H043_ciclotermico_PL01	Linha	90	Ruptura total	1,00E-06	9,00E-05	9,00E-05
H044_ciclotermico_PL01	Linha	90	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	4,50E-04	4,50E-04
H045_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Liberação de todo o inventário/ruptura	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H046_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Vazamento através de um furo	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03
H047_ciclotermico_PL01	Linha	100	Ruptura total	1,00E-06	1,00E-04	1,00E-04
H048_ciclotermico_PL01	Linha	100	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-06	5,00E-04	5,00E-04
H049_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Liberação de todo o inventário/ruptura	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H050_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Vazamento através de um furo	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03
H051_ciclotermico_PL01	Linha	35	Ruptura total	3,00E-07	1,05E-05	1,05E-05

Tabela 46 Frequência de falha das hipóteses acidentais da Fase C

Hipótese	Equipamento	Nº de Elementos / Extensão da Linha (m)	Tipo de falha	Taxa unitária (oc/m.ano)	Frequência (oc/ano)	Frequência Total (oc/ano)
H052_ciclotermico_PL01	Linha	35	Vazamento por um furo de diâmetro de 10%(1)	2,00E-06	7,00E-05	7,00E-05
H053_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Liberação de todo o inventário/ruptura	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H054_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Vazamento através de um furo	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03
H055_ciclotermico_PL01	Linha	35	Ruptura total	3,00E-07	1,05E-05	1,05E-05
H056_ciclotermico_PL01	Linha	35	Vazamento por um furo de diâmetro de 10%(1)	2,00E-06	7,00E-05	7,00E-05
H057_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Liberação de todo o inventário/ruptura	5,00E-05	5,00E-05	5,00E-05
H058_ciclotermico_PL01	Trocador de calor (Tabela 37)	1	Vazamento através de um furo	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03
H059_ciclotermico_PL01	Linha	35	Ruptura total	3,00E-07	1,05E-05	1,05E-05
H060_ciclotermico_PL01	Linha	35	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	2,00E-06	7,00E-05	7,00E-05
H061_ciclotermico_PL01	Linha	50	Ruptura total	1,00E-07	5,00E-06	5,00E-06
H062_ciclotermico_PL01	Linha	50	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% (1)	5,00E-07	2,50E-05	2,50E-05

Fonte: INERCO, 2026.

6.1 Árvores de eventos

Considerando as condições de projeto e operação das instalações, a periculosidade dos produtos inflamáveis, as circunstâncias ambientais e do local, bem como os dados provenientes das etapas do estudo já desenvolvidas, o evento inicial escolhido trata-se de um vazamento já consumado.

No presente estudo foram consideradas as seguintes tipologias acidentais, de acordo com as características dos líquidos inflamáveis produto: quando da ocorrência de ignição imediata, haverá o incêndio de poça para hipóteses de vazamentos instantâneos (p.e. ruptura dos tanques) ou de incêndio em poça ou jato de fogo para hipóteses de vazamentos contínuos (p.e. linhas de transferência). Neste último caso é adotado o cenário com maior alcance obtido. Caso não ocorra a ignição imediata haverá a formação de uma nuvem de vapor inflamável que poderá ignizar-se de forma retardada (caso se encontre dentro dos limites de inflamabilidade), podendo ainda provocar explosões se a nuvem estiver dentro dos limites de explosividade.

Assim, as Árvores de Eventos têm por finalidade analisar as consequências possíveis dos vazamentos de líquidos inflamáveis, sendo elas ilustradas na Figura 16 e Figura 17.

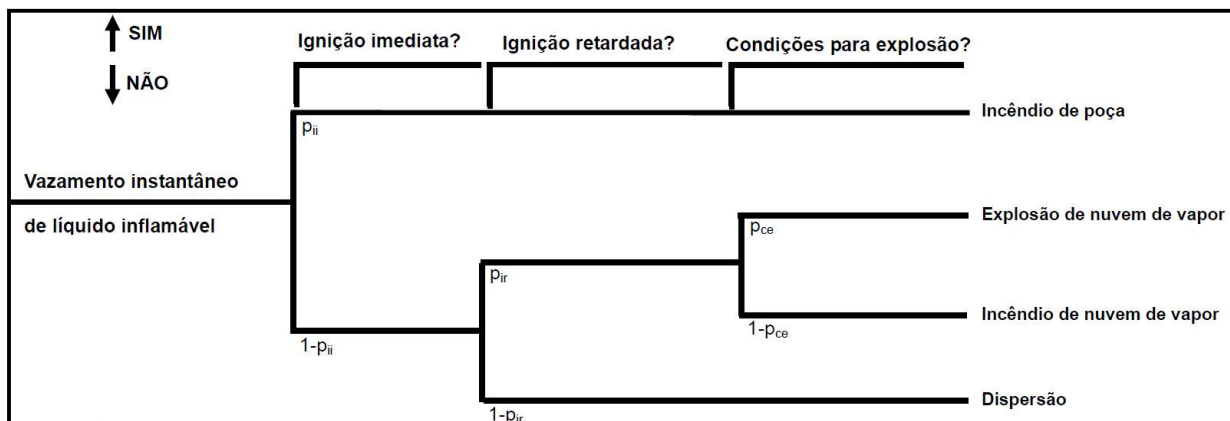


Figura 16 Árvore de Eventos quantitativa para vazamento instantâneo de líquido inflamável

Fonte: CETESB, 2011, Anexo R, p. 127.

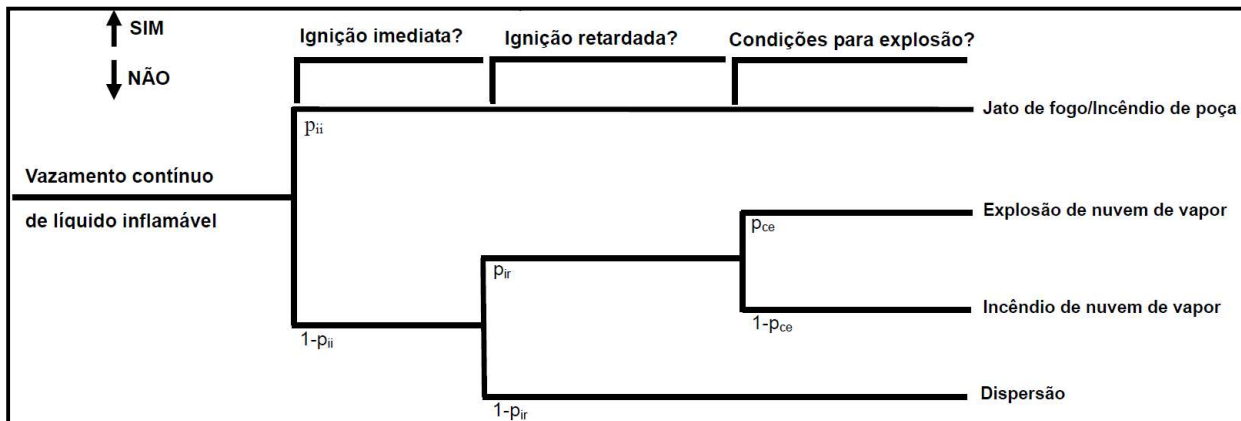


Figura 17 Árvore de Eventos quantitativa para vazamento contínuo de líquido inflamável
 Fonte: CETESB, 2011, Anexo R, p. 127.

No caso de gases pressurizados ou liquefeitos sob pressão, quando da ocorrência de ignição imediata, diferentemente dos líquidos inflamáveis, haverá a geração de bola de fogo para hipóteses de vazamentos instantâneos ou de jato de fogo para hipóteses de vazamentos contínuos, conforme ilustrado na Figura 18 e Figura 19.

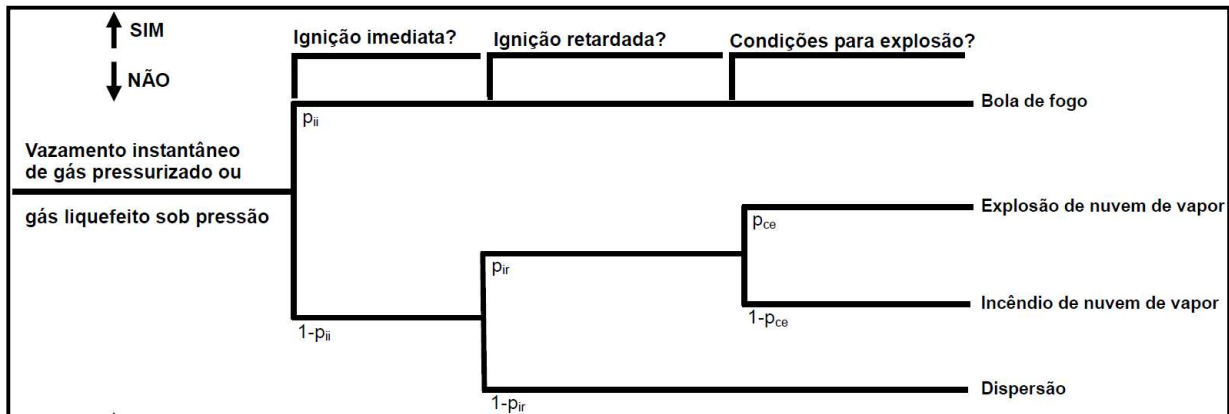


Figura 18 Árvore de Eventos quantitativa para vazamento instantâneo de gás pressurizado /GLP
 Fonte: CETESB, 2011, Anexo R, p. 126.

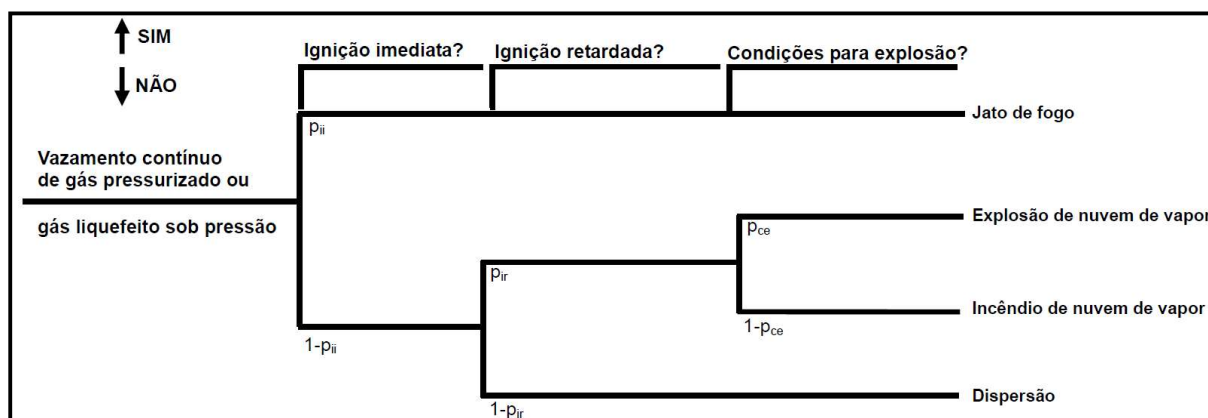


Figura 19 Árvore de Eventos quantitativa para vazamento contínuo de gás pressurizado /GLP

Fonte: CETESB, 2011, Anexo R, p. 126.

As probabilidades de ocorrência consideradas nos cálculos das árvores de eventos estão apresentadas na sequência:

A- Probabilidade de ignição imediata - extraída da Norma CETESB P4.261/2011, Quadro 13, p.30, depende da taxa de vazamento, massa liberada ou da reatividade do produto, como apresentado na Tabela 47 a seguir.

Tabela 47 Probabilidades de ignição imediata (p_{ii}) e de explosão (p_{ce})

Classificação da substância	Quantidade para vazamento instantâneo (kg)	Quantidade para vazamento contínuo (kg/s)	p_{ii}	p_{ce}
Categoria 0, reatividade média/alta	< 1.000	< 10	0,2	0,4
	1.000-10.000	10-100	0,5	
	> 10.000	> 100	0,7	
Categoria 0, reatividade baixa	< 1.000	< 10	0,02	0,4
	1.000-10.000	10-100	0,04	
	> 10.000	> 100	0,09	
Categoria 1	Qualquer quantidade	Qualquer vazão	0,065	0,4
Categoria 2	Qualquer quantidade	Qualquer vazão	0,01	0,4

Fonte: CETESB, 2011.

Para a identificação da reatividade dos produtos movimentado UTE-Candiota, foi consultado o Quadro 12 da mesma norma, apresentada a seguir na Tabela 48.

Tabela 48 – Classificação de gases e líquidos inflamáveis quanto à reatividade

Categoria 0 reatividade média/alta	Gases puros e misturas que podem ignizar nas condições normais de pressão e temperatura quando expostos ao ar, exceto os de reatividade baixa.
	Líquidos puros e misturas com ponto de fulgor (PF) < 0 °C e ponto de ebulição (ou início da ebulição) (PE) ≤ 37,8 °C.
Categoria 0 reatividade baixa	Metano [<i>Chemical Abstracts Service Number</i> (CAS no 74-82-8)] Cloreto de metila (CAS no 74-87-3) Cloreto de etila (CAS no 75-00-3)
Categoria 1	Líquidos puros e misturas com PF < 21 °C e que não sejam classificadas como Categoria 0.
Categoria 2	Líquidos puros e misturas com PF ≥ 21 °C.

Fonte: CETESB, 2011.

Sendo assim, de acordo com os critérios da Tabela 48, a Tabela 49 mostra a classificações dos produtos em utilizados nas simulações.

Tabela 49 - Classificação dos produtos

Produto	Categoria
N-Decano	0, reatividade média/alta
Propano	0, reatividade média/alta
Hidrogênio	0, reatividade média/alta

Fonte: CETESB, 2011.

Já para os cenários envolvendo N-decano, propano e hidrogênio, por ser classificado como categoria 0 reatividade média/alta, a probabilidade de ignição imediata (p_{ii}) está relacionada na Tabela 50 (Fases A e B) e Tabela 51 (Fases C).

Tabela 50 Probabilidade de ignição imediata das hipóteses de N-decano, propano e hidrogênio das Fases A e B

Hipótese	Substância	Vazão de operação ⁶ (kg/s)	Inventário ⁷ (kg)	Prob. ignição imediata
H001_H2	hidrogênio		55,585	0,02
H002_H2	hidrogênio	0,00595358		0,02
H003_H2	hidrogênio	0,0926417		0,02
H004_H2	Hidrogênio		29,2324	0,02
H005_H2	Hidrogênio	0,0060135		0,02
H006_H2	Hidrogênio	0,0487207		0,02
H001_OC_FaseA	n-decano		40033,9	0,5
H002_OC_FaseA	n-decano	0,645427		0,2
H003_OC_FaseA	n-decano	66,7231		0,2
H004_OC_FaseA	n-decano	20,2778		0,2
H005_OC_FaseA	n-decano	0,163399		0,2
H006_OC_FaseA	n-decano		91735,3	0,5
H007_OC_FaseA	n-decano	0,602233		0,2
H008_OC_FaseA	n-decano	152,892		0,2
H009_OC_FaseA	n-decano	16,3929		0,2
H010_OC_FaseA	n-decano	0,16044		0,2
H011_OC_FaseA	n-decano		91735,3	0,5
H012_OC_FaseA	n-decano	0,648882		0,2
H013_OC_FaseA	n-decano	152,892		0,2
H014_OC_FaseA	propano		10451,1	0,5
H015_OC_FaseA	n-decano		973445	0,5
H001_OC_FaseB	n-decano		111339	0,5
H002_OC_FaseB	n-decano	0,645427		0,2
H003_OC_FaseB	n-decano	185,565		0,2
H004_OC_FaseB	n-decano	20,2778		0,2
H005_OC_FaseB	n-decano	0,163399		0,2
H006_OC_FaseB	n-decano		342340	0,5
H007_OC_FaseB	n-decano	0,621323		0,2

⁶ Vazão calculada pelo software PHAST de acordo com as condições de pressão e temperatura utilizadas como dados de entrada da hipótese.

⁷ Inventário calculado pelo software PHAST de acordo com as condições de pressão e temperatura utilizadas como dados de entrada da hipótese.

Hipótese	Substância	Vazão de operação ⁶ (kg/s)	Inventário ⁷ (kg)	Prob. ignição imediate
H008_OC_FaseB	n-decano	570,566		0,2
H009_OC_FaseB	n-decano	16,3929		0,2
H010_OC_FaseB	n-decano	0,16044		0,2
H011_OC_FaseB	propano		658627	0,5
H012_OC_FaseB	n-decano		2805050	0,5
H013_OC_FaseB	n-decano		2805050	0,5
H001_OC_Est	n-decano		2769180	0,5
H002_OC_Est	n-decano	0,597043		0,2
H003_OC_Est	n-decano	4615,31		0,2
H004_OC_Est	n-decano	4,00762		0,2
H005_OC_Est	n-decano	0,158603		0,2

Fonte: INERCO, 2026.

Tabela 51 Probabilidade de ignição imediata das hipóteses de N-decano, propano e hidrogênio das Fase C

Hipótese	Substância	Vazão de operação ⁸ (kg/s)	Inventário ⁹ (kg)	Prob. ignição imediata
H001_OC	N-DECANO		209211	0,5
H002_OC	N-DECANO	0,628253		0,2
H003_OC	N-DECANO	348,685		0,2
H004_OC	N-DECANO	20,2778		0,2
H005_OC	N-DECANO	15,0927		0,2
H006_OC	N-DECANO	540,215		0,2
H007_OC	N-DECANO	5,38693		0,2
H008_OC	N-DECANO		209211	0,5
H009_OC	N-DECANO	5,56649		0,2
H010_OC	N-DECANO		200759	0,5
H011_OC	N-DECANO	3,59436		0,2
H012_OC	N-DECANO		200759	0,5
H013_OC	N-DECANO	3,59436		0,2
H014_OC	N-DECANO	540,215		0,2
H015_OC	N-DECANO	5,38693		0,2
H016_OC	N-DECANO	359,804		0,2
H017_OC	N-DECANO	3,58907		0,2
H001_Caldeiras	N-DECANO		38570,1	0,5
H002_Caldeiras	N-DECANO	6,48889		0,2
H003_Caldeiras	N-DECANO	3,57703		0,2
H001_CaldAux	N-DECANO		145578	0,5
H002_CaldAux	N-DECANO	0,645427		0,2
H003_CaldAux	N-DECANO	1,95239		0,2
H004_CaldAux	N-DECANO	0,0571329		0,2
H005_CaldAux	N-DECANO		43673,3	0,5
H006_CaldAux	N-DECANO	0,67895		0,2
H007_CaldAux	N-DECANO		43673,3	0,5

⁸ Vazão calculada pelo software PHAST de acordo com as condições de pressão e temperatura utilizadas como dados de entrada da hipótese.

⁹ Inventário calculado pelo software PHAST de acordo com as condições de pressão e temperatura utilizadas como dados de entrada da hipótese.

Hipótese	Substância	Vazão de operação ⁸ (kg/s)	Inventário ⁹ (kg)	Prob. ignição imediata
H008_CaldAux	N-DECANO	0,944597		0,2
H009_CaldAux	N-DECANO		145578	0,5
H010_CaldAux	N-DECANO	0,944597		0,2
H011_CaldAux	N-DECANO		7278,88	0,5
H013_CaldAux	N-DECANO		7278,88	0,5
H015_CaldAux	N-DECANO	2,02778		0,2
H016_CaldAux	N-DECANO	0,13199		0,2
H017_CaldAux	N-DECANO	2,02778		0,2
H018_CaldAux	N-DECANO	0,13199		0,2
H019_CaldAux	N-DECANO	72,7888		0,2
H020_CaldAux	N-DECANO	0,0571925		0,2
H021_CaldAux	N-DECANO	1,03323		0,2
H001_Gerador	N-DECANO		224545	0,5
H002_Gerador	N-DECANO	1,98485		0,2
H003_Gerador	N-DECANO	374,242		0,2
H004_Gerador	N-DECANO	48,6667		0,2
H005_Gerador	N-DECANO	0,553888		0,2
H006_Gerador	N-DECANO		22454,5	0,5
H007_Gerador	N-DECANO	0,17521		0,2
H008_Gerador	N-DECANO		43673,3	0,5
H009_Gerador	N-DECANO	0,645427		0,2
H010_Gerador	N-DECANO	72,7888		0,2
H011_Gerador	N-DECANO		22454,5	0,5
H012_Gerador	N-DECANO	0,17521		0,2
H013_Gerador	N-DECANO	4,40668		0,2
H014_Gerador	N-DECANO	0,0437568		0,2
H015_Gerador	Hidrogênio		1785,28	0,04
H016_Gerador	Hidrogênio	0,493283		0,02
H017_Gerador	Hidrogênio	2,97547		0,02
H018_Gerador	Hidrogênio	0,22281		0,02
H019_Gerador	Hidrogênio	0,206455		0,02

Hipótese	Substância	Vazão de operação ⁸ (kg/s)	Inventário ⁹ (kg)	Prob. ignição imediata
H020_Gerador	Hidrogênio	0,22281		0,02
H021_Gerador	Hidrogênio	0,205611		0,02
H022_Gerador	Hidrogênio	2,79615		0,02
H023_Gerador	Hidrogênio	0,0324315		0,02
H010_ciclotermino	N-DECANO	97,2671		0,2
H011_ciclotermino	N-DECANO	3,89068		0,2
H012_ciclotermino	N-DECANO		633,244	0,2
H013_ciclotermino	N-DECANO	7,59794		0,2
H014_ciclotermino	N-DECANO	0,474376		0,2
H015_ciclotermino	N-DECANO	0,474376		0,2
H019_ciclotermino	Hidrogênio	0,121898		0,02
H020_ciclotermino	Hidrogênio	0,0346458		0,02
H021_ciclotermino	Hidrogênio	0,121898		0,02
H022_ciclotermino	Hidrogênio	0,0346458		0,02
H025_ciclotermino	Hidrogênio		29,0945	0,02
H026_ciclotermino	Hidrogênio	0,0140043		0,02
H027_ciclotermino	Hidrogênio	3,5889		0,02
H028_ciclotermino	Hidrogênio	0,0299625		0,02
H029_ciclotermino	N-DECANO		56720,3	0,5
H030_ciclotermino	N-DECANO	1,08148		0,2
H031_ciclotermino	N-DECANO	5,67778		0,2
H032_ciclotermino	N-DECANO	0,63993		0,2
H033_ciclotermino	N-DECANO		56965,3	0,5
H034_ciclotermino	N-DECANO	0,885442		0,2
H035_ciclotermino	N-DECANO	5,67778		0,2
H036_ciclotermino	N-DECANO	4,206		0,2
H037_ciclotermino	N-DECANO		57330,4	0,5
H038_ciclotermino	N-DECANO	1,53969		0,2
H039_ciclotermino	N-DECANO	8,85473		0,2
H040_ciclotermino	N-DECANO	0,0880259		0,2
H041_ciclotermino	N-DECANO		57330,4	0,5
H042_ciclotermino	N-DECANO	1,53969		0,2
H043_ciclotermino	N-DECANO	30,1035		0,2
H044_ciclotermino	N-DECANO	0,300012		0,2

Hipótese	Substância	Vazão de operação ⁸ (kg/s)	Inventário ⁹ (kg)	Prob. ignição imediata
H045_ciclotermino	N-DECANO		57330,4	0,5
H046_ciclotermino	N-DECANO	1,53969		0,2
H047_ciclotermino	N-DECANO	9,82015		0,2
H048_ciclotermino	N-DECANO	0,0979631		0,2
H049_ciclotermino	N-DECANO		673,318	0,2
H050_ciclotermino	N-DECANO	0,855921		0,2
H051_ciclotermino	N-DECANO	5,67778		0,2
H052_ciclotermino	N-DECANO	1,55104		0,2
H053_ciclotermino	N-DECANO		673,318	0,2
H054_ciclotermino	N-DECANO	0,855921		0,2
H055_ciclotermino	N-DECANO	5,67778		0,2
H056_ciclotermino	N-DECANO	1,55104		0,2
H057_ciclotermino	N-DECANO		673,318	0,2
H058_ciclotermino	N-DECANO	0,855921		0,2
H059_ciclotermino	N-DECANO	5,67778		0,2
H060_ciclotermino	N-DECANO	1,55104		0,2

Fonte: INERCO, 2026.

B - Probabilidade de ignição retardada – probabilidade calculada considerando todas as fontes de ignição que se encontram dentro da nuvem de vapor, delimitada pelo Limite Inferior de Inflamabilidade (LII), num determinado ponto de liberação. Para determinação da localização das fontes de ignição define-se qual o alcance do LII na imagem de satélite, plotando-se em cada ponto de liberação definido a maior distância de *flashfire* obtida das simulações. Com a área definida, inserem-se probabilidades de ignição em cada ponto da grade.

No presente estudo, foram utilizados os valores das probabilidades de ignição retardada adotados na norma CETESB (item 7.5.2, Quadro 14, p.30) e que estão apresentados na Tabela 52.

Tabela 52 Probabilidade de ignição retardada

Fontes de ignição	Probabilidade
“Nenhuma”	0,1
Muito poucas	0,2
Poucas	0,5
Muitas	0,9

Estes valores foram adotados, considerando-se a efetividade das fontes de ignição igual a 100%, ou seja, a ignição ocorrerá apenas se ela estiver presente no local.

Conforme pode ser evidenciado na imagem de satélite da região, o entorno da UTE-Candiota constituído de empresas congêneres, de variadas atividades e movimentações internas de veículos. Sendo assim, foi adotada a probabilidade de ignição retardada igual a 0,9.

C - Probabilidade de não ignição retardada - probabilidade de não ocorrendo a ignição retardada ocorrer a dispersão da nuvem, ou seja:

$$\text{Prob não ignição (C)} = 1 - \text{Prob ignição (B)}$$

D - Probabilidade de explosão da nuvem - relacionada à massa de vapor inflamável, que poderá explodir, baseada na norma da CETESB (item 7.5.2, Quadro 13, p.30), reapresentada na Tabela 47 do presente estudo, que define a probabilidade igual a 0,4, independente da massa de vapor inflamável envolvida no cenário.

E - Probabilidade de não explosão – probabilidade de ocorrer apenas incêndio em nuvem (*flashfire*), em caso de ignição retardada não havendo explosão da nuvem, ou seja:

$$\text{Prob não explosão (E)} = 1 - \text{Prob explosão (D)}$$

F - Probabilidade do período – Probabilidade de o evento ocorrer nos períodos diurno e noturno. Considerou-se para a probabilidade 50% para cada um dos períodos;

G - Probabilidade de direção do vento - Probabilidade correspondente às direções de vento. De acordo com o definido no Capítulo 3, foram utilizados os dados recomendados na Norma P4.261/2011, onde foi considerada a distribuição uniforme dos ventos em 8 direções.

O cálculo da frequência final de cada cenário para cada tipologia acidental está apresentado no Anexo X.

7 ESTIMATIVA E AVALIAÇÃO DE RISCOS

Os resultados das estimativas dos riscos da UTE de Candiota estão apresentados neste capítulo. Foram calculados os riscos individual e social, tendo sido apresentados, sob as formas de perfil de isorrisco e curva F-N, respectivamente.

A curva F-N caracteriza o risco para a comunidade exposta, fornecendo a frequência acumulada de ocorrência de acidentes com N ou mais vítimas (acidentes com múltiplas vítimas); por outro lado, os contornos de risco individual fornecem uma visão da distribuição espacial dos níveis de risco nas regiões circunvizinhas a instalação analisada.

O risco individual representa o risco que um indivíduo situado num determinado local em relação às instalações em análise, venha a sofrer certo dano, em geral fatalidade, em decorrência de acidentes que eventualmente venham a ocorrer nessas instalações.

Ressalta-se que os cálculos para a estimativa dos riscos foram realizados através do *software Safeti* versão 9.0 desenvolvido pela DNV.

7.1 Risco social

O risco social representa o risco para um grupo de pessoas constituído pela comunidade exposta aos efeitos dos acidentes passíveis de ocorrer nas instalações em análise. Assim, o risco social diz respeito à população presente na zona de alcance dos efeitos físicos gerados pelos diferentes cenários de acidentes.

Normalmente, o risco social é expresso através das “curvas F-N”, as quais fornecem a frequência esperada de ocorrência de acidentes, em geral expressa em base anual, com um número de vítimas maior ou igual a um determinado valor. A vantagem dessas curvas é que elas mostram graficamente todo o espectro dos riscos associados às instalações de interesse, indicando o potencial associado a acidentes maiores.

7.1.1 Critério de tolerabilidade – Risco social

O critério de tolerabilidade utilizado foi o estabelecido na Norma CETESB P4.261, baseado na curva F-N apresentada na Figura 20.

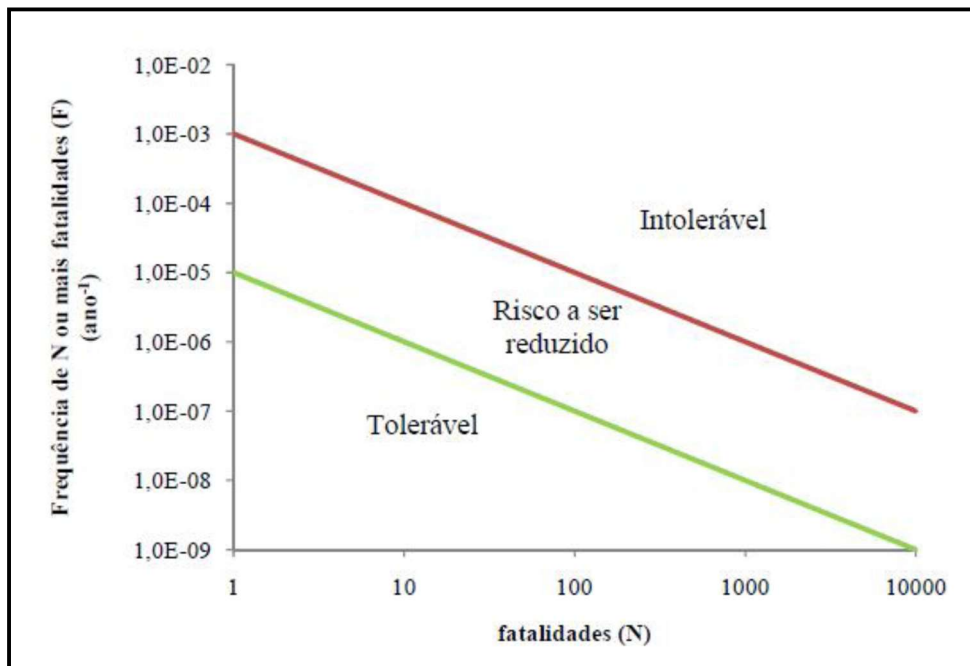


Figura 20 Critérios do Risco Social

Fonte: CETESB, 2011.

O risco social proporcionado pela instalação é considerado tolerável quando a curva de distribuição acumulada complementar, desenhada sobre o gráfico f-N, ficar abaixo ou, no máximo, tangenciar a reta que determina a região de risco intolerável.

7.1.2 Identificação da população vulnerável

A população externa referente à UTE-Candiota inseridas no Safeti está apresentada no ANEXO XV - Matriz de ocupação Humana e pontos notáveis.

7.1.3 Fatores de exposição

No cálculo de risco foi considerada a forma de exposição das pessoas (indoor/outdoor), uma vez que esses aspectos estão diretamente relacionados com os efeitos físicos (radiação térmica ou sobrepressão, quando pertinente). Assim, para as residências foram considerados os fatores sugeridos no *Purple Book*, Tabela 5.3, página 5.10, ou seja, para a população externa 7% no período diurno e 1% para a população no período noturno. Para as empresas e comércios os valores desses fatores foram estabelecidos conforme sugerido no *Green Book*, Tabela 1, página 16 do capítulo 7, sendo adotados 22% para a população externa no período diurno e 10% no período noturno.

7.1.4 Resultados do risco social

O resultado do risco social para a UTE Candiota está apresentado na Figura 21, onde é possível perceber que o risco social se encontra na região de risco tolerável. Os dados de entrada das curva F-N estão apresentados no Anexo XI – Detalhamento do risco social.

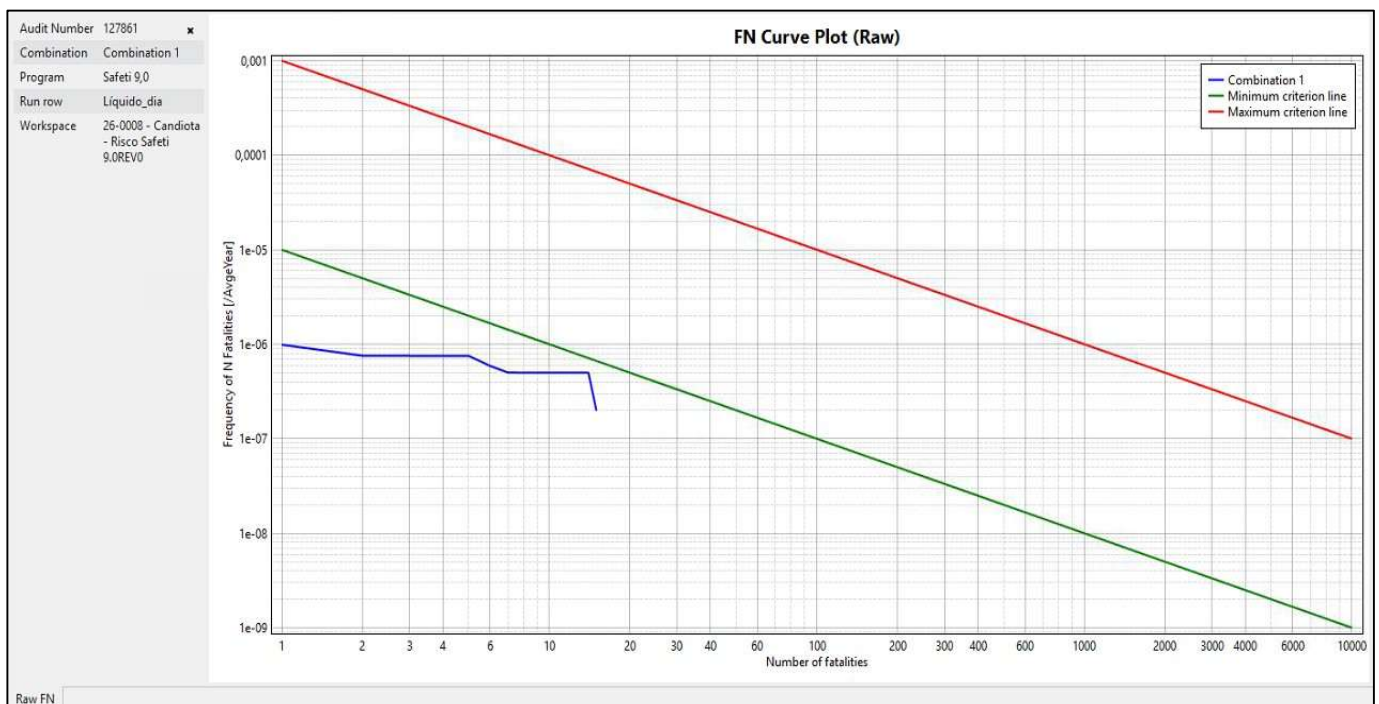


Figura 21 Curva FN do risco social

Fonte: INERCO, 2026.

7.2 Risco individual

O risco individual pode ser definido como sendo a frequência esperada, normalmente expressa em base anual, a que um indivíduo situado numa determinada posição em relação às instalações em análise, venha a sofrer certo dano, em geral fatalidade, em decorrência de acidentes que eventualmente venham a ocorrer nessas instalações.

Conforme mencionado anteriormente, o risco individual é, comumente, representado por meio dos contornos de isorrisco. Esses contornos ligam os pontos de mesmo nível de risco, fornecendo uma indicação gráfica dos níveis de risco nas circunvizinhanças das instalações em estudo.

No presente trabalho, os riscos individuais foram calculados para cada um dos possíveis cenários de acidentes passíveis de ocorrer nas diferentes hipóteses acidentais identificadas e detalhadas na EAR com base no seguinte procedimento:

No presente trabalho, os riscos individuais foram calculados para cada um dos possíveis cenários de acidentes passíveis de ocorrer nas diferentes hipóteses acidentais identificadas e detalhadas no presente estudo, com base no seguinte procedimento:

- Na área de interesse foi elaborada uma “grade” de pontos, com cada célula definida em 35 x 35 metros, para o cálculo do risco individual ao longo da malha;
- Dessa forma, foi determinada a frequência esperada para cada uma das sequências de acidentes (cenários acidentais), multiplicando a frequência de ocorrência da hipótese acidental pelas probabilidades associadas a uma determinada condição em que o acidente venha a ocorrer (condições meteorológicas, probabilidade do período, etc.);
- Foi obtido então um valor de “f” (frequência esperada de ocorrência) para cada cenário acidental e um valor de “p” (probabilidade condicional de ocorrência de fatalidade) em cada célula da “grade”;
- O risco individual é calculado por meio do produto “f x p”; como “f” é função da hipótese acidental e das condições fenomenológicas, e “p” é função do tipo de acidente e do local considerado (célula da “grade”), fazendo-se a somatória dos produtos “f x p” na célula, sobre todos os cenários de acidentes para uma determinada hipótese acidental, obteve-se o risco individual, na célula, associado à hipótese em questão. Esse mesmo procedimento foi seguido para todos os pontos da “grade” na área de interesse.

7.2.1 Critério de tolerabilidade – Risco individual

A CETESB define para instalações fixas (como é o caso da UTE-Candiota) o nível de $1,00E-05 \text{ ano}^{-1}$ e o nível $1,00E-06 \text{ ano}^{-1}$ como limiares de classificação do risco conforme segue:

- **Risco tolerável:** $RI < 1,00E-06 \text{ ano}^{-1}$ (nível restrito aos limites do empreendimento);
- **Risco a ser reduzido:** $1,00E-06 \text{ ano}^{-1} \leq RI \leq 1,00E-05 \text{ ano}^{-1}$ (nível de $1,00E-05 \text{ ano}^{-1}$ restrito aos limites do empreendimento e $1,00E-06 \text{ ano}^{-1}$ extrapolando);
- **Risco intolerável:** $RI > 1,00E-05 \text{ ano}^{-1}$ (nível de $1,00E-05 \text{ ano}^{-1}$ extrapola total ou parcialmente os limites do empreendimento).

7.2.2 Resultado do risco individual

A Figura 22 apresenta o resultado do risco individual imposto pela UTE-Candiota gerado pelo Safeti. É possível perceber que o maior nível gerado que extrapola o empreendimento foi de $1E-07 \text{ ano}^{-1}$, classificando dessa maneira o risco individual como tolerável.

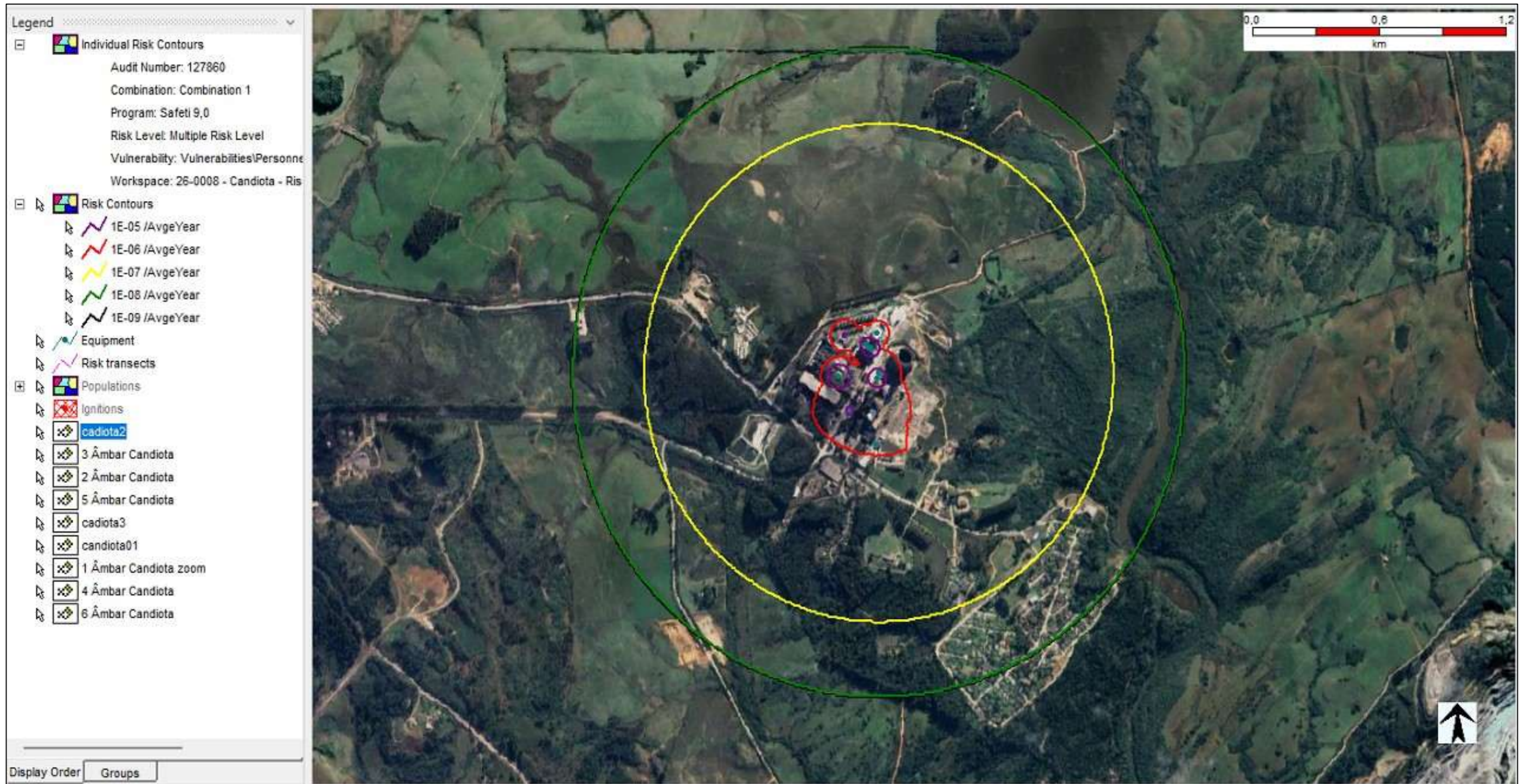


Figura 22 Resultado do Risco Individual da UTE Candiota

Fonte: INERCO, 2026

7.3 Risco Ambiental

7.3.1 Formulação do Problema

A formulação do problema consistiu na integração das informações relativas ao cenário acidental de referência, às características operacionais do empreendimento e aos elementos ambientais potencialmente expostos, com o objetivo de estabelecer o modelo conceitual da análise de risco ambiental.

Essa etapa permitiu identificar a fonte potencial de liberação, correspondente Ruptura total do sistema das bombas 5EGH01AP001 /5EGH02AP001 a montante Tanque diário de óleo combustível 300 m³ 5EGH01BB0001, o evento acidental de referência, caracterizado pela ruptura catastrófica do tanque com liberação instantânea de óleo combustível, e as principais vias de transporte do contaminante, compreendendo a dispersão superficial, o escoamento por drenagens pluviais e naturais e a infiltração no solo com potencial migração para águas subterrâneas.

A partir da consolidação das informações do Mapeamento de Risco Ambiental (MARA), fornecido pelo cliente, foram definidos os pontos notáveis e os receptores ambientais de interesse, incluindo áreas de drenagem potencialmente afetáveis, os aquíferos e poços de captação subterrânea, os compartimentos de solo e vegetação, além da fauna associada às formações campestres e áreas úmidas da área de influência. Também foram consideradas as características do uso e ocupação do solo, com destaque para áreas antropizadas, zonas agropecuárias, fragmentos vegetacionais remanescentes e a ausência de unidades de conservação na área diretamente analisada.

Conforme pode ser observado na Figura 23, a análise, foi estruturada em três componentes principais: formulação do problema, caracterização da exposição ambiental, voltada ao levantamento dos aspectos mais relevantes dos meios físico e biótico; caracterização dos efeitos ambientais, considerando os impactos esperados da dispersão do diesel, da contaminação de águas superficiais e subterrâneas e da contaminação do solo; e classificação da severidade ambiental, realizada conforme os critérios da Norma Petrobras N-2783 para vazamentos de petróleo e derivados em ambientes aquáticos e terrestres. Dessa forma, a formulação do problema estabeleceu a base técnica e conceitual para a avaliação qualitativa dos riscos ambientais associados ao cenário acidental analisado.

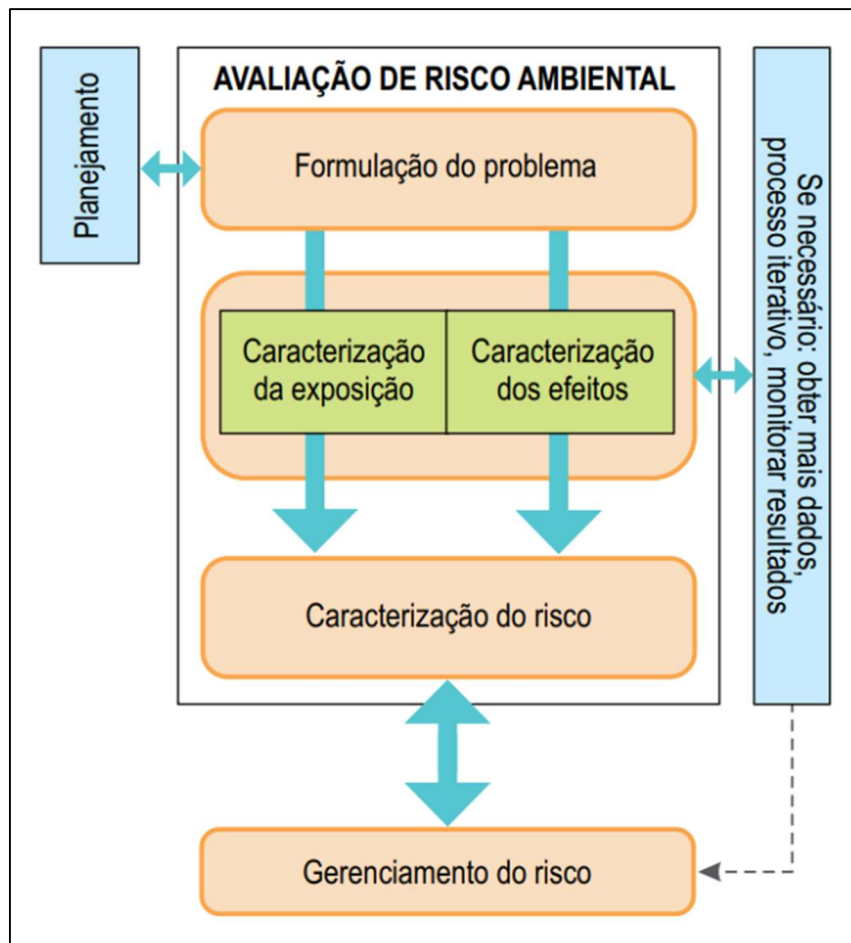


Figura 23 Modelo conceitual da Análise de Risco Ambiental

Fonte: IBAMA/DIQUA, 2017

7.3.2 Análise

A análise dos riscos ambientais foi conduzida a partir da caracterização das exposições ambientais e da caracterização dos efeitos potenciais no meio ambiente, considerando o cenário acidental de referência e os elementos ambientais sensíveis identificados no Mapeamento de Risco Ambiental (MARA) para a Usina Termoeletrica Presidente Médici Fase C – Candiota III – Candiota/RS Volume II, elaborado pela empresa DNV em 2006, assim como levantamento de dados secundários atualizados.

7.3.2.1 Caracterização da Exposição Ambiental

Para a caracterização da exposição ambiental foram analisadas as relações entre a fonte potencial de liberação, as vias de transporte do contaminante, os compartimentos ambientais e receptores potencialmente expostos na área de influência do empreendimento, conforme o diagnóstico ambiental apresentado no Mapeamento de Risco Ambiental (MARA).

Hipótese Acidental

A hipótese acidental considerada corresponde à ruptura total do sistema das bombas 5EGH01AP001 /5EGH02AP001 a montante tanque diário de óleo combustível 300 m³ 5EGH01BB0001, localizado na área operacional da UTE Candiota.

Esse cenário representa o evento com maior potencial de liberação de hidrocarbonetos e maior alcance espacial dos impactos ambientais.

Causas Potenciais

A ruptura catastrófica pode estar associada a diferentes mecanismos de falha estrutural ou operacional, incluindo:

- Falha em vedação da bomba: selo mecânico danificado, desgaste ou montagem incorreta.
- Falha operacional por erro humano, abertura incorreta de conexões ou manobras inadequadas durante manutenção.

Esses mecanismos podem resultar em perda repentina de contenção e liberação de combustível líquido para o meio ambiente.

Produto Liberado

Foi considerado como produto liberado, o ÓLEO COMBUSTÍVEL B1 (CAS Nº 68476-33-5) e adotado o volume de pior caso, ou seja, a liberação instantânea de 300 m³ de óleo combustível devido a ruptura total do sistema das bombas 5EGH01AP001 /5EGH02AP001

No cenário de ruptura catastrófica ocorre liberação imediata do volume armazenado, formando uma poça de hidrocarboneto na superfície.

Áreas Potencialmente Expostas

As áreas potencialmente expostas, ao raio de alcance equivalente estimado para o cenário H008_OC_FaseC na ausência de medidas de mitigação, correspondente a 328 m a partir do ponto de liberação.

- **Recursos Hídricos Superficiais**

O empreendimento situa-se em um terreno com aproximadamente 250m de altitude e é atravessado no sentido norte-sul pelo Arroio Candiota, que mais a sul deságua no Rio Jaguarão, afluente do Rio Uruguai. Desta forma, o Arroio Candiota insere-se na Bacia do Rio Uruguai.

Na região do empreendimento, o Arroio Candiota conta com duas contribuições de cursos d'água afluentes intermitentes, à leste e à oeste, conforme pode ser observado na Figura 24 abaixo, extraída da Carta Topográfica 1:50.000 – Pedras Altas, SH.22-Y-C-IV-2

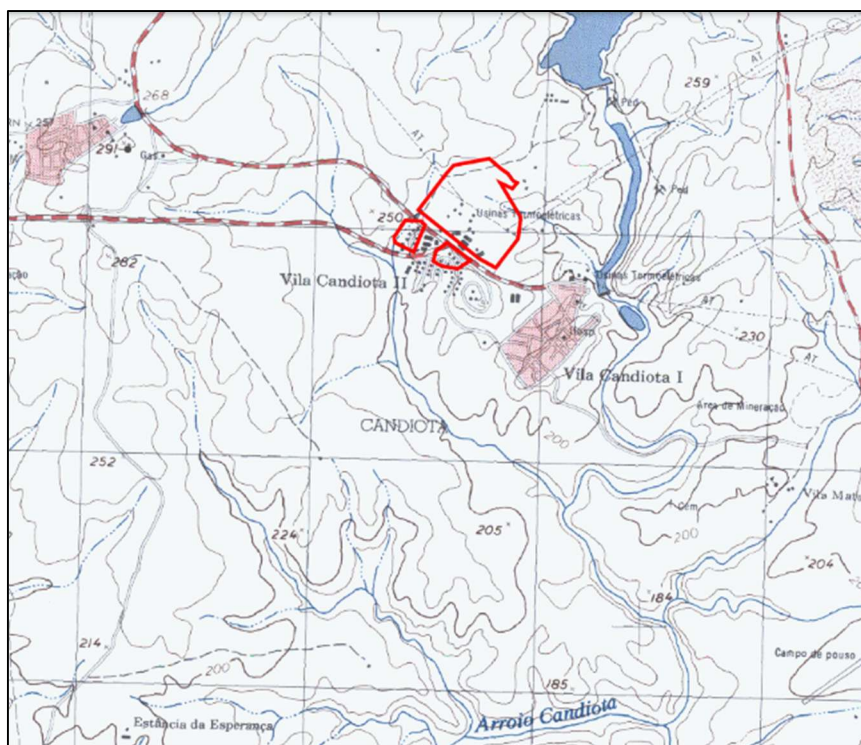


Figura 24 Carta Topográfica da Área de Estudo

Fonte: IEDE, acessado em 2026.

A Figura 25 apresenta as drenagens potencialmente passíveis de impacto, considerando a hidrografia 1:25.000 extraída do sistema SIGOUT.



Figura 25 Hidrografia na Área de Estudo

Fonte: SIGOUT, acessado em 2026

- **Aquíferos**

De acordo com os dados do MARA, o referido projeto distingue dois tipos de aquíferos:

- Aquíferos em rochas cristalinas ou fraturadas: as rochas cristalinas são geralmente compactas e resistentes, com permeabilidades primárias praticamente nula, o que dificulta a infiltração e o escoamentos das águas subterrâneas; o aquífero de rochas fraturadas é muito fraco no que se refere ao armazenamento e à produção de água, dependendo da existência de juntas, fraturas e da extensão e litologia do manto de intemperismo subjacente;
- Aquíferos fraturados: as rochas são maciças, praticamente impermeáveis e não porosas, ocorrendo o cúmulo de água ao longo das fraturas e diáclases.

Nos sistemas cristalinos, o principal agente regenerador na recarga do sistema aquífero é o sistema hidrográfico superficial, que atuando nas zonas de fratura assegura a realimentação através de aluviões, nos períodos chuvosos. Na Bacia do Arroio Candiota essa alimentação é prejudicada por uma rede hidrográfica pouco densa, onde o manto de intemperismo é pouco espesso e os aluviões não são expressivos.

Nas rochas sedimentares a infiltração se processa de forma direta a partir das precipitações. Na área de estudo a recarga é muito favorável onde aflora essa formação, constituída de arenitos quartzosos finos, siltitos, folhelhos e carvão, predominando uma topografia suave, coberta por solos arenosos de pouca espessura e boa permeabilidade.

Os depósitos terciário-quadernário, que ocorre em pequena extensão sobre o embasamento cristalino, e quadernário que ocorre principalmente ao longo do Arroio Candiota são constituídos de areias, cascalhos, sedimentos luvionares e siltico-argilosos ou siltico-arenosos inconsolidados que, dependendo da espessura, podem constituir sistemas aquíferos expressivos.

- **Usos de Água**

Na área de estudo foram identificados os seguintes cadastros, os quais foram obtidos a partir do sistema SIGOUT, conforme localização (Figura 26) e descrição (Tabela 53) a seguir.

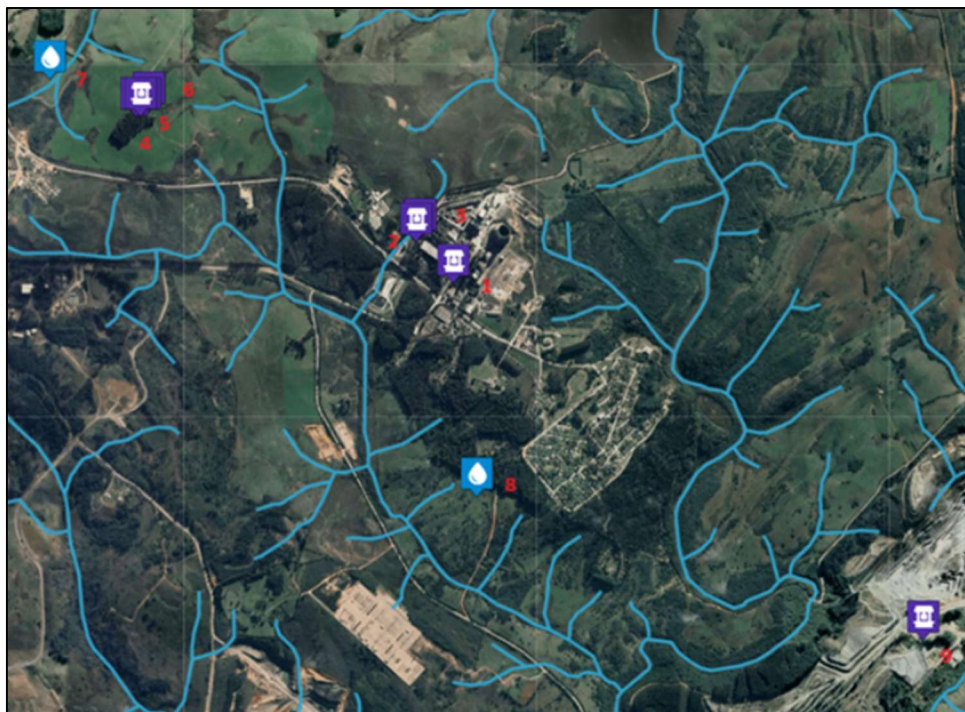


Figura 26 Uso da Água na Área de Estudo

Fonte: SIGOUT, acessado em 2026.

Tabela 53 – Descrição dos Usos de Água

#	Número do Cadastro	Usuário de Água	Fonte de Captação	Tipo de Intervenção
1	2023/028.699	AMBAR URUGUAIANA ENERGIA S A	Água subterrânea	Poço de monitoramento
2	2026/003.095	J&F S. A.	Água subterrânea	Poço de monitoramento
3	2026/003.094	J&F S. A.	Água subterrânea	Poço de monitoramento
4	2025/027.142	Companhia Riograndense de Mineração CRM	Água subterrânea	Poço de monitoramento
5	2025/016.632	Companhia Riograndense de Mineração CRM	Água subterrânea	Poço de monitoramento
6	2025/016.635	Companhia Riograndense de Mineração CRM	Água subterrânea	Poço de monitoramento
7	2017/027.127	Alexandre Dutra Pinheiro	Açude	Cadastro apenas do açude
8	2023/019.562	Joaquim Everton Garcia Cardoso	Sem Captação	Dessedentação animal direta em curso d'água
9	2020/025.062	COMICAN - COMPANHIA DE MINERAÇÃO CANDIOTA	Água subterrânea	Poço tubular

Fonte: SIGOUT (2026)

- **Flora e Fauna**

De acordo com os dados do MARA, a área de influência da UTE Candiota insere-se no bioma Pampa, cuja paisagem regional é caracterizada pela predominância de formações abertas campestres, conhecidas como Campos da Campanha, compostas majoritariamente por vegetação herbáceo-arbustiva, com ocorrência esparsa de indivíduos arbóreos e pequenos agrupamentos lenhosos. Associam-se a esse contexto áreas de campo seco, campo úmido (várzeas), remanescentes florestais ciliares e corpos hídricos naturais e artificiais, configurando um mosaico ambiental típico da região.

Na área diretamente afetada do empreendimento predominam ambientes antropizados em razão das instalações industriais, vias de acesso, estruturas operacionais e usos agrossilvipastoris no entorno. Ainda assim, permanecem remanescentes de vegetação natural distribuídos de forma

heterogênea, especialmente em áreas úmidas, drenagens naturais e matas ciliares vinculadas aos cursos d'água.

As formações campestres representam o elemento dominante da paisagem e constituem habitats relevantes para a fauna regional. São compostas principalmente por espécies herbáceas pertencentes às famílias *Poaceae*, *Asteraceae*, *Bromeliaceae* e *Fabaceae*, podendo ocorrer manchas arbustivas e arbóreas esparsas. Em alguns trechos observa-se alteração da estrutura natural em função da pecuária extensiva, agricultura mecanizada e silvicultura. Apesar disso, tais ambientes mantêm elevada importância ecológica por abrigarem parcela expressiva da fauna local, predominantemente composta por espécies adaptadas a áreas abertas.

As áreas de várzea correspondem a planícies marginais sujeitas a inundações periódicas, com vegetação herbáceo-arbustiva e reduzida presença arbórea. Esses ambientes apresentam relevância para aves associadas a banhados e campos úmidos, além de mamíferos vinculados a áreas alagadas e corpos d'água. Em parte dessas áreas, especialmente no entorno do Arroio Candiota, ocorreram modificações hidrológicas decorrentes da implantação de barragens e estruturas de captação hídrica vinculadas ao complexo termelétrico.

As matas ciliares constituem os principais remanescentes florestais da região, ocorrendo ao longo de arroios, drenagens e reservatórios. Em geral apresentam baixa diversidade florística natural, porte reduzido e histórico de interferência antrópica. Mesmo ocupando área relativamente pequena na paisagem regional, esses ambientes possuem elevada importância ecológica por funcionarem como corredores de fauna, áreas de abrigo, alimentação e reprodução de espécies mais dependentes de cobertura arbórea.

No contexto faunístico, os levantamentos existentes para a região da Candiota indicam predominância de espécies típicas de ambientes abertos, compatível com a paisagem campestre do Pampa. Registros secundários apontam elevada riqueza de avifauna, além da ocorrência de herpetofauna e mastofauna associadas aos diferentes ambientes disponíveis.

Entre as aves características dos campos e áreas abertas destacam-se *Rhynchotus rufescens*, *Nothura maculosa*, *Cariama cristata*, *Furnarius rufus* e *Vanellus chilensis*. Em áreas úmidas e lagos ocorrem espécies como *Amazonetta brasiliensis*, *Ardea cocoi*, *Jacana jacana* e *Phalacrocorax brasilianus*.

Entre os mamíferos de ocorrência potencial ou registrada destacam-se *Didelphis albiventris*, *Cerdocyon thous*, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Myocastor coypus*, além de espécies de maior interesse conservacionista associadas ao Pampa, como *Leopardus munoai* e *Ctenomys torquatus*.

De forma geral, a fauna local reflete o predomínio de ambientes campestres e antropizados, com maior representatividade de espécies generalistas e tolerantes à presença humana. Contudo, remanescentes florestais, áreas úmidas e corpos hídricos mantêm relevância estratégica para conservação da biodiversidade regional, devendo receber atenção especial em programas de monitoramento e gestão ambiental da UTE Candiota.

Unidades de Conservação

APA Municipal criada pelo decreto 1.754/03 de 04 de novembro de 2003, com a finalidade de preservar o ambiente natural, proteger o manancial de abastecimento da sede municipal – Dario Lassance e preservar pequena área de mata.

- **Caracterização dos Efeitos Ambientais**

A caracterização dos efeitos ambientais foi realizada considerando a ruptura total do sistema das bombas 5EGH01AP001 /5EGH02AP001 a montante tanque diário de óleo combustível 300m³ 5EGH01BB0001, com consequente liberação de Óleo Combustível B1 no ambiente. Este óleo combustível, é enquadrado no grupo de substância de petróleo, abrangendo diversos hidrocarbonetos com uma ampla faixa de pesos moleculares, números de carbonos (C7 a C50) e pontos de ebulição (121 a 600 °C). Os hidrocarbonetos de petróleo contêm enxofre, nitrogênio, oxigênio e compostos organometálicos.

Os principais efeitos ambientais potenciais associados ao cenário de vazamento foram analisados considerando três processos principais: dispersão do produto no ambiente, contaminação de águas pluviais e subterrâneas e contaminação do solo, avaliando-se seus possíveis reflexos sobre os meios físico, biótico e socioeconômico.

- **Dispersão do produto no ambiente**

A dispersão do óleo combustível no ambiente pode ocorrer inicialmente pela formação de uma poça superficial, cujo comportamento depende da topografia local, da permeabilidade do solo e da presença de estruturas de drenagem. A partir da área de liberação, o produto pode se espalhar lateralmente por gravidade ou ser transportado por escoamento superficial, especialmente durante eventos de precipitação.

No meio físico, a dispersão do produto pode resultar na propagação do contaminante ao longo da superfície do terreno e de estruturas de drenagem pluvial existentes. A direção do escoamento superficial pode conduzir o produto para áreas adjacentes e eventualmente para canais naturais de drenagem.

A mobilidade do óleo combustível é influenciada pela rugosidade superficial, cobertura vegetal e características do solo, podendo ocorrer retenção parcial do produto na superfície do terreno ou

sua infiltração gradual no solo. Em áreas com maior declividade ou menor cobertura vegetal, a dispersão tende a ser mais rápida, aumentando a área potencialmente afetada.

A dispersão superficial do óleo diesel pode provocar efeitos diretos sobre a vegetação e sobre organismos terrestres presentes na área de influência. O contato do produto com a vegetação pode causar fitotoxicidade, afetando processos fisiológicos das plantas, como respiração radicular e absorção de nutrientes.

A fauna terrestre pode ser afetada por contato direto com o contaminante, ingestão de água ou alimentos contaminados ou pela degradação do habitat. Espécies de pequeno porte, especialmente roedores e pequenos vertebrados associados às formações campestres do bioma Pampa, podem apresentar maior exposição devido à proximidade com o solo e à utilização da área para abrigo e alimentação.

Do ponto de vista socioeconômico, a dispersão do produto pode afetar áreas adjacentes ao empreendimento, incluindo propriedades rurais, áreas de uso agropecuário e infraestruturas próximas. A presença de óleo diesel no ambiente pode gerar restrições temporárias ao uso do solo, necessidade de medidas de remediação ambiental e possíveis impactos sobre atividades econômicas locais, especialmente aquelas relacionadas à produção agrícola e pecuária predominantes na região.

- **Contaminação de águas pluviais e águas subterrâneas**

A contaminação de recursos hídricos pode ocorrer por dois mecanismos principais: transporte do contaminante pelo sistema de drenagem pluvial e infiltração no solo com posterior migração para o aquífero.

Durante eventos de precipitação, o óleo combustível presente na superfície pode ser mobilizado pelo escoamento superficial, alcançando canais de drenagem, corpos d'água superficiais ou áreas de acumulação temporária de água. Caso o contaminante atinja os cursos d'água locais, existe potencial de transporte ao longo da rede hidrográfica associada à Bacia do Arroio Candiota, que drena em direção ao rio Uruguai.

No meio subterrâneo, compostos presentes no óleo combustível podem infiltrar-se através da zona não saturada do solo, atingindo o nível freático. A migração do contaminante no subsolo depende das características litológicas, da porosidade e da permeabilidade do solo e das rochas, bem como da profundidade do lençol freático.

A contaminação de recursos hídricos pode afetar organismos aquáticos e semiaquáticos presentes na região. A presença de hidrocarbonetos na água pode provocar efeitos tóxicos em

organismos aquáticos, afetando processos fisiológicos e reprodutivos de fitoplâncton, macroinvertebrados e peixes.

Além disso, a formação de películas de óleo na superfície da água pode reduzir as trocas gasosas entre a atmosfera e o corpo hídrico, comprometendo a disponibilidade de oxigênio dissolvido e afetando a qualidade do habitat aquático.

No tocante à socioeconomia, a contaminação de águas superficiais ou subterrâneas pode impactar usos múltiplos da água na região, incluindo abastecimento humano, uso industrial, irrigação agrícola e dessedentação de animais. Em áreas rurais, onde a utilização de água subterrânea é comum por meio de poços, a presença de hidrocarbonetos pode comprometer a qualidade da água e exigir medidas de monitoramento e remediação.

Adicionalmente, eventuais impactos sobre corpos d'água podem afetar atividades econômicas associadas à produção agropecuária ou à pesca em escala local.

- **Contaminação do solo**

A contaminação do solo constitui um dos principais efeitos ambientais associados a vazamentos de hidrocarbonetos, ocorrendo principalmente na área diretamente afetada pela formação da poça de óleo.

O óleo combustível pode infiltrar-se nos poros do solo, adsorvendo-se à fração orgânica e às partículas minerais. Esse processo pode alterar propriedades físicas e químicas do solo, incluindo modificação da estrutura, redução da permeabilidade e alteração da composição química. A presença de hidrocarbonetos também pode gerar a formação de fase livre residual e compostos dissolvidos que podem migrar gradualmente no perfil do solo.

A contaminação do solo pode provocar impactos sobre a vegetação e sobre organismos edáficos, como microrganismos, invertebrados e pequenos vertebrados que dependem do solo como habitat. Compostos presentes no diesel podem apresentar toxicidade para organismos do solo, alterando a atividade microbiológica e interferindo em processos ecológicos importantes, como ciclagem de nutrientes e decomposição da matéria orgânica.

Além disso, a presença de contaminantes pode comprometer o estabelecimento e crescimento de espécies vegetais, reduzindo a qualidade ecológica do habitat.

Do ponto de vista socioeconômico, a contaminação do solo pode gerar restrições ao uso da terra, especialmente em áreas destinadas à produção agropecuária. Em áreas rurais, a degradação do solo pode ainda comprometer a produtividade agrícola ou a qualidade das pastagens utilizadas para a criação de animais.

7.3.3 Classificação de Risco Ambiental

A classificação de risco ambiental associado ao cenário de vazamento de óleo combustível foi realizada conforme os critérios estabelecidos na Norma Petrobras N-2783 – Análise de Risco de Instalações Terrestres, especificamente no Anexo B.3 – Classificação de Severidade para o Meio Ambiente.

De acordo com o procedimento da norma, para vazamentos de petróleo ou derivados recomenda-se a utilização das Tabelas B.3.2 e B.3.3, referentes à avaliação da severidade em ambientes aquáticos e terrestres, respectivamente. Essas tabelas permitem a definição da categoria de severidade ambiental em função de três parâmetros principais:

- grau API do produto;
- volume estimado do vazamento;
- tipo de ambiente potencialmente afetado.

Dessa forma, a avaliação foi conduzida separadamente para os meios aquático e terrestre, utilizando o grau API do óleo combustível e o volume estimado do cenário acidental, conforme apresentado a seguir.

7.3.3.1 Classificação da Severidade para Ambiente Aquático

Tabela B.3.2 da Norma Petrobras N-2783 (Tabela 54) estabelece as categorias de severidade ambiental para vazamentos de petróleo e derivados em corpos hídricos, considerando o grau API do produto e o volume vazado.

Tabela 54 - Categorias de Severidade para Meio Ambiente - Água (Vazamentos de Petróleo e Derivados)

Tipo de ambiente	Categoria de severidade	API ≥ 45	35 ≤ API < 45	17,5 ≤ API < 35	API < 17,5
1. Regiões oceânicas	V Catastrófica	$V \geq 1.000$	$V \geq 700$	$V \geq 400$	$V \geq 200$
	IV Crítica	$100 \leq V < 1.000$	$80 \leq V < 700$	$40 \leq V < 400$	$20 \leq V < 200$
	III Significativa	$5 \leq V < 100$	$4 \leq V < 80$	$2 \leq V < 40$	$1 \leq V < 20$
	II Marginal	$0,5 \leq V < 5$	$0,4 \leq V < 4$	$0,2 \leq V < 2$	$0,1 \leq V < 1$
	I Desprezível	$V < 0,5$	$V < 0,4$	$V < 0,2$	$V < 0,1$
2. Regiões costeiras	V Catastrófica	$V \geq 500$	$V \geq 350$	$V \geq 200$	$V \geq 100$
	IV Crítica	$50 \leq V < 500$	$35 \leq V < 350$	$20 \leq V < 200$	$10 \leq V < 100$
	III Significativa	$4 \leq V < 50$	$2 \leq V < 35$	$1 \leq V < 20$	$0,5 \leq V < 10$
	II Marginal	$0,4 \leq V < 4$	$0,2 \leq V < 2$	$0,1 \leq V < 1$	$0,05 \leq V < 0,5$
	I Desprezível	$V < 0,4$	$V < 0,2$	$V < 0,1$	$V < 0,05$
3. Rios caudalosos (águas lóxicas)	V Catastrófica	$V \geq 250$	$V \geq 175$	$V \geq 100$	$V \geq 50$
	IV Crítica	$25 \leq V < 250$	$17,5 \leq V < 175$	$10 \leq V < 100$	$5 \leq V < 50$
	III Significativa	$2,5 \leq V < 25$	$1,75 \leq V < 17,5$	$1 \leq V < 10$	$0,5 \leq V < 5$
	II Marginal	$0,25 \leq V < 2,5$	$0,175 \leq V < 1,75$	$0,1 \leq V < 1$	$0,05 \leq V < 0,5$
	I Desprezível	$V < 0,25$	$V < 0,175$	$V < 0,1$	$V < 0,05$
4. Águas interiores (águas lânticas)	V Catastrófica	$V \geq 50$	$V \geq 35$	$V \geq 20$	$V \geq 10$
	IV Crítica	$5 \leq V < 50$	$3,5 \leq V < 35$	$2 \leq V < 20$	$1 \leq V < 10$
	III Significativa	$0,5 \leq V < 5$	$0,35 \leq V < 3,5$	$0,2 \leq V < 2$	$0,1 \leq V < 1$
	II Marginal	$0,05 \leq V < 0,5$	$0,035 \leq V < 0,35$	$0,02 \leq V < 0,2$	$0,01 \leq V < 0,1$
	I Desprezível	$V < 0,05$	$V < 0,035$	$V < 0,02$	$V < 0,01$

Fonte: Petrobras, 2025. Norma N-2783.

Determinação do Grau API do Produto

O Grau API do produto foi determinado conforme metodologia estabelecida pelo *American Petroleum Institute* (API):

$$API = \frac{141,5}{SG_{60^{\circ}F}} - 131,5$$

onde:

- $SG_{60^{\circ}F}$ = gravidade específica do produto a 60°F
- $SG = \frac{\rho_{produto}}{\rho_{\acute{a}gua}}$

Considerando:

$$\rho_{\acute{a}gua} = 0,999 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{\acute{o}leo \text{ combustivel}} = 0,968 \text{ g/cm}^3$$

Cálculo

Para $\rho = 0,968 \text{ g/cm}^3$

Assim, o produto apresenta grau API igual a: 14,53

Para fins de enquadramento na Tabela B.3.2 considera-se a faixa: API < 17,5

Volume considerado no cenário

O volume total considerado no cenário acidental é: $V = 300 \text{ m}^3$

Enquadramento da severidade

Desta forma, para enquadramento da severidade, foi considerado o enquadramento dos produtos em API < 17,5 e volume de $V = 300 \text{ m}^3$.

Levando em consideração os ambientes dos corpos hídricos, estes foram classificados como lóticos considerando o sentido do fluxo d'água em um possível vazamento.

Assim, o enquadramento conforme a Tabela B.3.2 da Norma Petrobras N-2783, é apresentado abaixo.

Rios caudalosos (águas lóaticas)

Faixa aplicável:

$$API < 17,5$$

$$V \geq 50m^3$$

Classificação: V – Catastrófica

7.3.3.2 Classificação da Severidade para Ambiente Terrestre

A severidade ambiental associada ao vazamento em solo, foi avaliada com base na Tabela B.3.3 da Norma Petrobras N-2783 (Tabela 55), que estabelece as categorias de severidade para vazamentos de petróleo e derivados em ambientes terrestres em função do volume vazado e do tipo de terreno.

Tabela 55 - Categorias de Severidade para Meio Ambiente - Solo (Vazamentos de Petróleo e Derivados)

Tipo de ambiente (solo)	Categoria de severidade	API \geq 45	35 \leq API < 45	17,5 \leq API < 35	API < 17,5
1. Terreno impermeável (ver Nota 2)	V Catastrófica	V \geq 100	V \geq 200	V \geq 350	V \geq 500
	IV Crítica	70 \leq V < 100	140 \leq V < 200	250 \leq V < 350	350 \leq V < 500
	III Significativa	5 \leq V < 70	10 \leq V < 140	15 \leq V < 250	25 \leq V < 350
	II Marginal	1 \leq V < 5	2 \leq V < 10	3 \leq V < 15	5 \leq V < 25
	I Desprezível	V < 1	V < 2	V < 3	V < 5
2. Terreno permeável (não cultivável)	V Catastrófica	V \geq 50	V \geq 100	V \geq 150	V \geq 200
	IV Crítica	35 \leq V < 50	70 \leq V < 100	110 \leq V < 150	150 \leq V < 200
	III Significativa	4 \leq V < 35	5 \leq V < 70	10 \leq V < 110	20 \leq V < 150

Tipo de ambiente (solo)	Categoria de severidade	API \geq 45	35 \leq API < 45	17,5 \leq API < 35	API < 17,5
	II Marginal	0,7 \leq V < 4	1 \leq V < 5	2 \leq V < 10	4 \leq V < 20
	I Desprezível	V < 0,7	V < 1	V < 2	V < 4
3. Terreno permeável (não cultivável com atividade antrópica)	V Catastrófica	V \geq 30	V \geq 40	V \geq 50	V \geq 60
	IV Crítica	20 \leq V < 30	30 \leq V < 40	35 \leq V < 50	45 \leq V < 60
	III Significativa	2 \leq V < 20	4 \leq V < 30	8 \leq V < 35	15 \leq V < 45
	II Marginal	0,4 \leq V < 2	0,7 \leq V < 4	1,5 \leq V < 8	3 \leq V < 15
	I Desprezível	V < 0,4	V < 0,7	V < 1,5	V < 3
4. Terreno cultivável	V Catastrófica	V \geq 20	V \geq 25	V \geq 30	V \geq 40
	IV Crítica	10 \leq V < 20	15 \leq V < 25	20 \leq V < 30	30 \leq V < 40
	III Significativa	1 \leq V < 10	2,5 \leq V < 15	5 \leq V < 20	10 \leq V < 30
	II Marginal	0,2 \leq V < 1	0,5 \leq V < 2,5	1 \leq V < 5	2 \leq V < 10
	I Desprezível	V < 0,2	V < 0,5	V < 1	V < 2

Fonte: Petrobras, 2025. Norma N-2783.

Enquadramento da severidade

Considerando o volume estimado do cenário: **V = 300m³**

Obtêm-se os seguintes enquadramentos, apresentados abaixo. A classificação do terreno, considerou o mapa de uso de solo apresentado no mapa A2 do MARA, 2006.

Terreno impermeável

Faixa aplicável:

$$API < 75$$

$$25 \leq V < 350$$

Classificação: III – Significativa

Terreno permeável (não cultivável)

Faixa aplicável:

$$API < 75$$

$$V \geq 200m^3$$

Classificação: V – Catastrófica

Terreno cultivável

Faixa aplicável:

$$API < 75$$

$$V \geq 40m^3$$

Classificação: V – Catastrófica

7.3.3.3 Classificação do Risco Ambiental

De acordo com a análise do pior cenário, correspondente ao cenário de referência H008_OC_FaseC, cuja Categoria de Frequência é a C – Improvável, têm-se a seguinte classificação de risco ambiental (conforme Figura 14 Matriz de risco para classificação das hipóteses acidentais):

- Categorias de Severidade para Meio Ambiente - Água (Vazamentos de Petróleo e Derivados) – **SÉRIO**
- Categorias de Severidade para Meio Ambiente - Solo (Vazamentos de Petróleo e Derivados):
 - Terreno Impermeável - **MODERADO**
 - Terreno Permeável - **SÉRIO**
 - Terreno Cultivável - **SÉRIO**

7.3.4 Recomendações e Medidas Mitigadoras

Em caso de ocorrência de vazamento ou derramamento de hidrocarbonetos, deverão ser adotadas medidas de resposta imediata com o objetivo de controlar o evento, evitar a dispersão do produto e reduzir os impactos ambientais e operacionais.

Entre as principais ações recomendadas, destacam-se:

b) Comunicação do incidente

O incidente deverá ser comunicado imediatamente ao setor de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS), de modo a permitir o acionamento dos procedimentos internos de resposta a emergências. O IBAMA deverá ser comunicado imediatamente após a constatação do acidente.

b) Acionamento da unidade de resposta a emergências

Deverá ser realizado o acionamento da unidade de apoio para emergências, a qual dispõe de:

- equipamentos específicos para contenção e combate a vazamentos;
- equipamentos de proteção individual (EPIs);
- equipe treinada para atuação em situações de emergência.

Os procedimentos operacionais e responsabilidades estão detalhados no Plano de Atendimento a Emergências (PAE) da instalação.

b) Avaliação das condições do derramamento

Após a identificação do evento, deverá ser realizada avaliação das condições locais do derramamento, incluindo:

- volume estimado de produto liberado;
- área potencialmente afetada;
- possibilidade de dispersão para drenagens ou corpos hídricos.

Essa avaliação permitirá dimensionar adequadamente as medidas de contenção e resposta, evitando a propagação do contaminante.

b) Gerenciamento de áreas contaminadas

Caso seja confirmada a ocorrência de contaminação ambiental, deverão ser adotadas as etapas de gerenciamento de áreas contaminadas, conforme boas práticas ambientais e legislação aplicável, incluindo:

- avaliação preliminar;
- investigação confirmatória;
- investigação detalhada;
- definição e implementação de medidas de remediação, quando necessário.

Essas etapas visam identificar a extensão da contaminação, avaliar os riscos associados e implementar medidas adequadas de recuperação ambiental.

8 CONCLUSÕES

O presente EAR foi elaborado com o objetivo de avaliar quantitativamente os riscos impostos pelas atividades desenvolvidas pela UTE-Candiota. Através da técnica APR às substâncias combustíveis, inflamáveis e tóxicas, nas diferentes operações realizadas, suas causas e respectivos efeitos.

Levando isso em conta os cenários identificados na análise qualitativa associados à liberação de produtos perigosos foram selecionados para a fase quantitativa dos riscos.

Para a estimativa das consequências e análise de vulnerabilidade foi utilizado o *software* PHAST, versão 9,0, desenvolvido pela DNV-*Technica*. Cada hipótese gerou diferentes tipologias acidentais (cenários), de acordo com o produto envolvido, condições de operação e porte do vazamento, dentre outros fatores analisados. Dessa maneira, foram obtidas as distâncias referentes aos efeitos físicos jato de fogo, *flashfire*, incêndio em poça, bola de fogo e explosão de nuvem de vapor.

Os resultados dos modelos de consequência foram mapeados e através dele foi possível observar as áreas atingidas por cada evento. Para ter uma avaliação mais detalhada, todos os cenários estudados foram selecionados para a estimativa do risco.

O impacto na vizinhança em decorrência das operações foi avaliado através do Risco Social e do Risco Individual. O risco social é expresso na forma de curva f-N, obtida por meio de plotagem dos dados de frequência acumulada do evento final e seus respectivos efeitos representados em termos de números de vítimas fatais. Os riscos individuais foram apresentados através de curvas iso-risco (contornos de iso-risco), que possibilitam visualizar a distribuição geográfica do risco em diferentes regiões. Para este cálculo foi utilizando *software* SAFETI versão 9.0, também desenvolvido pela DNV-*Technica*.

A partir dos resultados obtidos, a curva de risco social apresenta-se integralmente na região de risco tolerável. Em relação às curvas de iso-risco, o maior nível gerado que extrapolou o empreendimento foi de $1,00E-07 \text{ ano}^{-1}$, caracterizando, dessa forma, o risco individual também como tolerável. É importante destacar que a região afetada possui baixa densidade residencial, o que implica em menor número potencial de fatalidades.

Adicionalmente, a avaliação qualitativa dos riscos ambientais, considerando o cenário de ruptura catastrófica do sistema das bombas 5EGH01AP001 / 5EGH02AP001 a montante do tanque diário de óleo combustível 5EGH01BB0001, com liberação instantânea de óleo combustível B1, indicou potencial de impactos sobre os compartimentos ambientais da área de influência da UTE Candiota. A classificação da severidade ambiental, realizada conforme as Tabelas B.3.2 e B.3.3 da Norma Petrobras N-2783, resultou em enquadramento V – Catastrófica para ambientes aquáticos e para solos permeáveis e cultiváveis, e III – Significativa para terrenos impermeáveis, considerando o volume de pior caso adotado. Dessa forma, embora a frequência do cenário acidental seja classificada como improvável, os níveis de risco ambiental foram predominantemente enquadrados como sérios. Desta forma, a ocorrência de vazamentos acidentais de grande porte pode gerar danos ambientais relevantes, reforçando a importância da manutenção das salvaguardas operacionais e da atualização dos instrumentos de gestão e resposta às emergências da unidade.

Diante disso, é possível concluir que não há restrições, do ponto de vista tecnológico, à operação da UTE-Candiota, e não há a necessidade de propor medidas mitigadoras do risco, uma vez que ele é tolerável.

Independentemente dos aspectos anteriormente mencionados, recomenda-se a atualização do PGR e PAE da unidade, agregando as hipóteses identificadas nas planilhas de APR, bem como procedimentos de combate, evacuação e contingência de acidentes.

No Anexo XIV está apresentada a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) que abrange o presente trabalho.

9 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Norma Técnica P4.261 (CETESB). **Risco de Acidente de Origem Tecnológica – Método para decisão e termos de referência**. 2ª Edição. São Paulo, dezembro de 2011
2. DET NORSKE VERITAS (DNV) – Technica Ltd. **PHASt Risk version 8.4**. London, 2021
3. LEES, FRANK P. **Loss Prevention in the Process Industries: hazard identification, assesement and control**. 4. ed. London, 2012
4. NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND THE ENVIROMENT (RIVM). **CPR 18E: guidelines for quantitative risk assessment - “Purple Book”**. 1. ed. Committee for Prevention of Disasters. [S.I.]. Dec. 2005
5. TNO. CPR 16E: methods for the determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials - “Green Book”. 1. ed. Committee for Prevention of Disasters. 1992
6. API Recommended Practice 581, Second Edition, September 2008
7. NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND THE ENVIROMENT (RIVM). Reference Manual BEVI Risk Assessments. Version 3.2. Netherlands, 2009
8. DET NORSKE VERITAS (DNV). **Mapeamento do Risco Ambiental (MARA) para a Usina Termoelétrica Presidente Médici Fase C – Candiota III – Candiota/RS. Volume II. Relatório Técnico Nº SPA013/2006**, Revisão 00. São Paulo, 2006.
9. PETROBRAS. **N-2783: Critérios de Tolerabilidade de Riscos**. Revisão 0. Rio de Janeiro, dezembro de 2025.

10 EQUIPE TÉCNICA

Responsável Técnico

Angela Mitsuyo Hayashi

Angela Hayashi

Engº Químico e Gerente Técnico de Segurança Industrial

CREA: 395612 SP/SSP

Elaboração

Andréia Nascimento dos Santos

Andréia Nascimento Santos

Engenheira de Segurança

Engenheira Especialista de APR/AQR

CREA:2025100361/RJ

Gustavo C Kozma

Gustavo Kozma

Engenheiro Ambiental

Coordenador de Meio Ambiente

CREA: 2609938624

ANEXOS

ANEXO I – IMAGEM DE SATÉLITE

ANEXO II - FLUXOGRAMAS DE ENGENHARIA

ANEXO III – FISPQ

ANEXO IV – BASE DE DADOS METEOROLÓGICOS

ANEXO V - PLANILHAS DE APR

ANEXO VI - LISTA DE PRESENÇA APR

ANEXO VII –MAPEAMENTO DAS VULNERABILIDADES

ANEXO VIII – RESULTADO DAS SIMULAÇÕES DAS CONSEQUÊNCIAS

ANEXO IX – EFEITO DOMINÓ

ANEXO X – CÁLCULO DAS FREQUÊNCIAS

ANEXO XI – DETALHAMENTO DO RISCO SOCIAL

ANEXO XII – INCOMPATIBILIDADE ENTRE PRODUTOS QUÍMICOS

ANEXO XIII - ANÁLISE HISTÓRICA DE ACIDENTES (AHA)

ANEXO XIV – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

ANEXO XV - MATRIZ DE OCUPAÇÃO HUMANA E PONTOS NOTÁVEIS