



AMÉRICA LATINA LOGÍSTICA
A gente nunca pára.



América Latina Logística – ALL Alto Araguaia – Rondonópolis – MT



Estudo de Análise de Riscos

EAR



ISO 9001:2000
FS 537783

Revisão 00
Junho/2010

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1-1
2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E DA REGIÃO.....	2-1
2.1 Introdução	2-1
2.2 Identificação da Empresa.....	2-1
2.3 Características do Empreendimento.....	2-2
2.4 Características da Via Permanente.....	2-2
2.5 Características Operacionais	2-3
2.6 Características das Instalações Fixas	2-4
2.7 Descrição do Traçado.....	2-6
2.8 Sistemas de Drenagem, Pontos Notáveis e Pontos Críticos.....	2-7
2.9 Características dos Municípios interceptados pela Ferrovia	2-10
2.10 Principais Acessos à Ferrovia	2-19
3. CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADE DOS PRODUTOS.....	3-1
3.1 Introdução	3-1
3.2 Critérios para Classificação das Substâncias	3-1
3.3 Álcool Anidro e Hidratado.....	3-4
3.4 Gasolina	3-7
3.5 Óleo Diesel.....	3-9
3.6 Óleo Combustível.....	3-11
4. IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS.....	4-1
4.1 Introdução	4-1
4.2 Metodologia	4-1



4.3 Critérios para Classificação da Frequência e Severidade	4-4
5. ANÁLISE DE CONSEQUÊNCIAS E VULNERABILIDADE	5-1
5.1 Introdução	5-1
5.2 Análise de Árvore de Eventos Qualitativa.....	5-1
5.3 Metodologia	5-1
5.4 Fenômenos Estudados.....	5-2
5.5 Dados de Entrada nos Modelos.....	5-3
6. ANÁLISE HISTÓRICA DE ACIDENTES.....	6-1
6.1 Banco de Dados Consultados.....	6-1
6.2 Conclusões da Análise Histórica	6-7
7. RESULTADOS ESPERADOS	7-1
8. CONCLUSÕES	8-1
8.1 Resultados Obtidos	8-1
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9-1
10. EQUIPE TÉCNICA	10-1



ANEXOS

Anexo I – Mapa de Macrolocalização;

Anexo II – FISPQs (Fichas de Informação de Segurança do Produto Químico);

Anexo III – APP ALL

Anexo IV – Tabela de Causas;

Anexo V – Relatório de Consequência;

Anexo VI – Mapeamento dos Efeitos Físicos e Vulnerabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório contempla o Estudo de Análise de Riscos - EAR da América Latina Logística – ALL, relativo o trecho Alto Araguaia - Rondonópolis, no Estado do Mato Grosso.

O estudo tem por finalidade identificar, analisar e avaliar os eventuais riscos impostos ao meio ambiente e à comunidade circunvizinhos às instalações, decorrentes das atividades desenvolvidas na Via Permanente e Instalações Fixas do referido trecho.

As etapas do trabalho podem ser resumidas conforme segue:

- a. Caracterização das instalações e da região de interesse;
- b. Identificação dos perigos e definição das hipóteses e cenários acidentais que possam vir a ocorrer nas instalações;
- c. Estimativa e avaliação das consequências e seus respectivos efeitos físicos, decorrentes de eventos anormais que possam resultar em vazamentos, incêndios ou explosões;
- d. Determinação das áreas vulneráveis decorrentes dos diferentes impactos originados pelos efeitos físicos de cada um dos cenários de acidentes;
- e. Avaliação dos efeitos físicos e proposição de medidas mitigadoras e de gerenciamento.

O Estudo de Análise de Riscos está estruturado em dez capítulos, conforme apresentado no Tabela 1.1-1.

Tabela 1.1-1 – Estrutura do Relatório

Capítulo	Descrição
1	Introdução
2	Caracterização do Empreendimento e da Região
3	Características e Propriedades dos Produtos
4	Identificação de Perigos
5	Análise de Consequências e Vulnerabilidade
6	Análise Histórica de Acidentes
7	Resultados Esperados
8	Conclusões
9	Bibliografia
10	Equipe Técnica



O EAR é complementado ainda pelos seguintes anexos:

Anexo I – Mapas de Macrolocalização;

Anexo II – FISPQs (Fichas de Informação de Segurança do Produto Químico);

Anexo III – Análise Preliminar de Perigos – ALL;

Anexo IV – Tabela de Causas;

Anexo V – Relatório de Consequências;

Anexo VI – Mapeamento de Efeitos Físicos e Vulnerabilidades.

2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E DA REGIÃO

2.1 Introdução

A América Latina Logística é a maior empresa independente de serviços de logística da América do Sul, que opera, de forma integrada, os modais ferroviários e rodoviários para diversos clientes em países como Brasil e Argentina. Nascida em 1997, como Ferrovia Sul Atlântico, foi uma das três companhias a assumir, naquele ano, os serviços ferroviários no Brasil, após o processo de privatização do setor.

Em 2006, com a aquisição da Brasil Ferrovias, holding que operava as estratégicas malhas do Centro-Oeste e do estado de São Paulo, a ALL se tornou a principal empresa de logística do Cone Sul. Detentora de concessões numa área de cobertura que alcança 75% do PIB do Mercosul, por onde passam 78% das exportações de grãos da região rumo a sete dos principais portos instalados no Brasil e Argentina, a ALL opera atualmente a mais extensa malha ferroviária da América do Sul. São 21.300 quilômetros de ferrovias nos dois países, sendo, exclusivamente em território nacional, quase 16 mil dos mais de 29 mil quilômetros de linhas férreas existentes no Brasil.

A gama de cargas transportadas compreende commodities agrícolas, insumos e fertilizantes, combustíveis, construção civil, florestal, siderúrgico, higiene e limpeza, eletroeletrônicos, automotivo e autopeças, embalagens, químico, petroquímico e bebidas.

Empresa de capital aberto, que lançou ações na bolsa em 2004, a ALL optou pelo Nível 2 de Governança Corporativa, assumindo publicamente seu compromisso com a ética e a transparência. Neste compromisso, estabelece também sua Responsabilidade Social Empresarial, realizando ações de desenvolvimento socioambiental em áreas e comunidades especialmente localizadas no entorno de suas unidades. O Instituto ALL de Educação e Cultura é o responsável pela execução de todas as iniciativas socioambientais da companhia, com programas voltados para seus colaboradores, comunidades e meio ambiente.

2.2 Identificação da Empresa

A Tabela 2.2-1 apresenta a identificação da empresa.

Tabela 2.2-1 - Identificação da Empresa

Denominação Oficial	ALL – América Latina Logística Malha Norte S.A.
Endereço	Avenida Historiador Rubens de Mendonça, nº 2000, sala 308, Cuiabá – MT
Telefone	041-2141-7388
Fax	041-2141-7358
Correio eletrônico	durvalnn@all-logística.com
CEP	82.920-030
Inscrição Estadual	90.122.199.51
CNPJ	39.114.514/0003-90
Responsável pela Empresa	Bernardo Hees – Presidente
Responsável pelo PGR e PAE	Durval Nascimento Neto – GMA (Gerência de Meio Ambiente)

2.3 Características do Empreendimento

O trecho ferroviário sob estudo faz parte da Malha Ferroviária Norte da ALL e está localizado no Estado do Mato Grosso.

A ferrovia neste trecho tem início no município de Alto Araguaia km 500,0 e término no município de Rondonópolis km 751,3. Este trecho passa também pelo município de Itiquira.

O Mapa Geral da Ferrovia está apresentado no Anexo I, onde estão indicados os principais municípios atravessados pelo trecho em estudo, da ferrovia.

2.4 Características da Via Permanente

2.4.1 Tipologia da Via Permanente

A linha férrea do trecho em questão tem as seguintes características em virtude de ser o prolongamento do trecho Santa Fé do Sul – Alto Araguaia, implantado pela Ferronorte e em

operação. Deste modo optou-se pelas Especificações do Acervo Ferronorte, tanto para infra como para superestrutura da via permanente:

- Faixa de Domínio: 20 m para cada lado do eixo, totalizando 40 m;
- Bitola Larga: 1,60 m
- Trilho: UIC-60;
- Dormentes: monobloco de concreto protendido com espaçamento de 62 cm (de centro a centro de dormentes consecutivos) – 1613 dormentes/km totalizando 404.863 dormentes em todo o trecho;
- Lastro: pedra britada, com altura de 30 cm sob o dormente, ombro de 35 cm, volume geométrico 2,166 m³ e volume empolado de 2,6 m³;
- Sub-lastro: solo laterítico, altura de 10 cm, volume geométrico de 0,93 m³/m e volume empolado de 0,85 m³/m;
- Fixação: Elástica, tipo PANDROL;
- Superelevação: 100 mm;
- Pátios: 7 (distância entre 22,5 km e 33,4 km – extensão de 2.500m);
- Raio Mínimo: 600,00 m;
- Comprimento mínimo de transição: 40,00 m;
- Tangente Mínima: 25,00 m;
- Rampa compensada: 1%;
- Gabarito mínimo vertical: 6,75 m;
- Raio mínimo de concordância vertical em curva côncava: 20.000 m;
- Raio mínimo de concordância vertical em curva convexa: 15.000 m;
- Velocidade Máxima Admissível: 111,11 km/h;
- Velocidade Diretriz: 84 km/h;
- Carga Máxima por Eixo: 318,6 kN – 32,5 tf;

2.5 Características Operacionais

2.5.1 Centro de Controle Operacional - CCO

O monitoramento de todas as operações de tráfego ferroviário da ALL Malha Norte é realizado pela CCO de Curitiba. As locomotivas possuem, em sua cabine, um sistema de rastreamento por GPS que permite ao CCO identificar a localização exata da composição a cada 5 segundos. Este sistema também é utilizado para o licenciamento dos trens. O monitoramento é realizado através de painéis e computadores que reúnem informações a cada 5 segundos do que acontece na ferrovia. Através dele os operadores podem controlar permanentemente o movimento de todas as composições em tráfego nos trechos.

A comunicação da equipagem do trem (maquinista) e pátios de manobra com o CCO é feita por meio de rádios transmissores e celulares existentes nas cabines das locomotivas.

O processo de licenciamento de trechos é detalhado no Regulamento Operacional - RO. Este regulamento está à disposição de todos os funcionários envolvidos nas operações e contempla os procedimentos, normas e instruções de formação e circulação de trens. O RO é revisado periodicamente ou quando são identificadas necessidades de modificações, sendo que tais alterações são divulgadas a todos os funcionários envolvidos.



2.5.2 Fluxo de composições

Os trens circulam pela linha única e seu tráfego é controlado através de licenciamento via GPS, controlado pela CCO de Curitiba, sendo que o maquinista somente poderá avançar uma determinada seção de bloqueio com autorização do CCO e com confirmação dupla de licença.

2.6 Características das Instalações Fixas

No trecho em estudo existem unidades de produção localizadas em Alto Araguaia, Rondonópolis, Itiquira e Alto Taquari.

2.6.1 Posto de Abastecimento de Locomotivas

O abastecimento das locomotivas é feito no terminal de Alto Taquari. A ALL já tem planejada a instalação de um Posto de Abastecimento de locomotivas localizado no município de Rondonópolis.

No posto de abastecimento, os tanques de armazenamento de diesel combustível contam com linhas de interligação, de modo a viabilizar a operação de nivelamento de produto nos tanques. O sistema apresenta também as válvulas de alinhamento, fluxímetros, bombas de

transferência bem como painéis de comando e demais conexões, instaladas em base de concreto, próximo aos tanques. Todos os equipamentos e instrumentos da área atendem aos requisitos para instalações elétricas em áreas classificadas.

As operações de abastecimento dos tanques de armazenamento de diesel são realizadas através de conexões e linhas destinadas somente para este fim. As operações podem ser realizadas tanto por via ferroviária (vagões) quanto por caminhões-tanque, sendo definidas de acordo com a melhor logística para a unidade em questão.

As áreas de abastecimento contam com bandejas de contenção, posicionadas entre trilhos, de forma a conter pequenos vazamentos ou derrames acidentais de óleo lubrificante e combustível da locomotiva durante a parada para o abastecimento.

Para o início do abastecimento, a locomotiva é desengatada dos vagões e desloca-se para o ponto de abastecimento através de linha interna, trafegando até o ponto limite de manobra. O local é sinalizado a fim de evitar a aproximação, tanto de pessoas não ligadas à operação de abastecimento como outras locomotivas. A locomotiva é então posicionada, calçada, aterrada e conectada ao sistema de abastecimento de combustível e do sistema de abastecimento de óleo lubrificante, através de mangotes flexíveis. A bomba é acionada através de painel de comando. Durante o abastecimento são realizadas inspeções das condições das locomotivas.

O sistema de abastecimento de óleo lubrificante é geralmente localizado em áreas próximas aos postos de abastecimentos de combustível, permitindo a operação simultânea. Os tanques de armazenamento de óleo lubrificante, com capacidade máxima de 10 m³, estão instalados em áreas isoladas e com bacias de contenção. O acionamento do sistema é feito através de painéis elétricos de comando. Como medidas de proteção contra incêndio, as áreas dos postos de abastecimento de locomotivas contam com extintores para combate a incêndios localizados em pontos estratégicos, além de bombonas com LGE (líquido gerador de espuma).

2.6.2 Pátios

Os pátios são instalações onde se realizam operações de manobra de composição, formação de trens, estacionamento temporário de vagões e cruzamentos, mantidos e operados pela ALL, exceto nos desvios de clientes.

A manutenção dos vagões e locomotivas são todas feitas no pátio de Alto Taquari, porém a manutenção das locomotivas é para pequenos reparos. Para as manutenções que exijam grande

complexidade, a operação é feita na Oficina de Locomotivas de Araraquara/SP, pátio que conta com uma maior infra-estrutura para realizar atividades dessa natureza.

A Lavagem de Locomotivas ocorre em áreas isoladas e destinadas somente para este fim. Apresentam piso em concreto com drenagem dos efluentes e encaminhamento para caixa SAO ou para ETE, de acordo com as características das unidades.

2.6.3 Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)

A Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) é responsável por receber a carga líquida dos postos de manutenção de locomotivas e vagões, do lavador de vagões e demais áreas que possam vir a gerar efluente oleoso. A função básica da estação é a da separação da fase oleosa, através de caixa separadora água e óleo (SAO), e a remoção da fase dissolvida do efluente, através de processos de floculação e decantação. O resíduo oleoso e o lodo gerado no processo serão retirados por empresas especializadas, promovendo a destinação adequada destes resíduos.

Ressalta-se que as unidades não providas de ETE são necessariamente providas de caixa SAO e devida destinação do resíduo oleoso.



2.6.4 Terminal de Cargas

O Terminal de Cargas tem como função a estocagem temporária, transbordo e carregamento de produto em vagões. Para tanto, o terminal de cargas conta com linhas de acesso exclusiva do pátio de manobras, além de infra-estrutura de alvenaria e demais equipamentos para o transbordo e estocagem de produto.

Os cenários acidentais possíveis de ocorrer nas instalações fixas do trecho Alto Araguaia - Rondonópolis foram analisados e identificados no EAR, assim como os Procedimentos de Resposta a esses cenários, e constam no PAE relativo ao trecho do presente estudo.

2.6.5 Bases de Apoio, PA, PML, PMV e Terminal

Para o trecho de Alto Araguaia – Rondonópolis há uma base de apoio com materiais para atendimento emergencial localizada em Alto Taquari. A empresa prevê na finalização das obras de implantação, um estudo para dimensionamento e instalação de novas bases de apoio, se aplicável.

Para o trecho de Alto Araguaia – Rondonópolis há uma base de apoio com materiais para atendimento emergencial localizada em Alto Taquari. A empresa prevê na finalização das obras


de implantação, um estudo para dimensionamento e instalação de novas bases de apoio, se aplicável.

A ALL ainda conta com PA, PML e PMV no município de Alto Taquari e um Terminal em Alto Araguaia. A empresa prevê a instalação de um Terminal em Itiquira e PA, PML, PMV e um Terminal no município de Rondonópolis.

2.7 Descrição do Traçado

O traçado da ferrovia objeto deste EAR inicia-se em Alto Araguaia e segue cruzando o município de Itiquira até chegar ao município de Rondonópolis, passando próximo aos municípios de Alto Garças e Pedra Preta. A Tabela 2.7-2 apresenta a quilometragem da ferrovia em relação aos municípios cruzados por ela.

Tabela 2.7-2 – Municípios Cruzados pela Ferrovia



Nº	Município	KM
1	Alto Araguaia	500 – 540+600
2	Itiquira	540+600 – 694+130
3	Rondonópolis	694+130 – 761+300

2.8 Sistemas de Drenagem, Pontos Notáveis e Pontos Críticos

Os Sistemas de Drenagem e os Pontos Notáveis são definidos como elementos que podem interferir na integridade do eixo ferroviário ou ser impactados pelos efeitos físicos decorrentes de eventual incidente, estando localizados na faixa de domínio ou nas suas proximidades.

São considerados pontos notáveis:

- **Vias:** rodovias federais, estaduais e municipais, via urbana pavimentada e não pavimentada;
- **Obras de arte:** passagem em nível superior, inferior, mesmo nível, clandestino, túnel, ponte, viaduto e passarela;
- **Uso e ocupação do solo:** áreas de reflorestamento, agrícola, urbana, industrial,

mineração, aeroporto, unidade de conservação, piscicultura, pecuária e mista;

- **Vegetação:** campo, restinga, cerrado, cerradão, mata ciliar, floresta estacional semidecidual, restinga, floresta de transição (restinga/encosta), floresta ombrófila densa, várzea/brejo e fragmentos florestais;
- **Hidrografia:** rio, córrego, lago, represa, alagado, área inundável, bem como suas captações para uso urbano, rural e industrial; e
- **Outros:** rede de alta tensão, dutovia, erosão, deslizamento, queimada, fiação elétrica clandestina, áreas de invasão, trecho sujeito a queimadas e talude íngreme.

Os pontos críticos são construções em aglomerados urbanos num raio de 300 metros para cada lado da faixa de servidão da ferrovia. Não foram encontrados pontos críticos significativos para o presente trecho ferroviário em estudo.

A Tabela 2.8-3 abaixo apresenta os pontos notáveis identificados no trecho ALL Alto Araguaia - Rondonópolis por município atravessado.

Tabela 2.8-3 – Pontos Notáveis ALL Alto Araguaia - Rondonópolis

Município	Número do Ponto	Ponto Notável	Km em relação ao trecho
Município do Alto do Araguaia	1	Início da Ferrovia	500
	2	Terminal Agrenco	500 ao 501
	3	Cruzamento com Córrego	501+366
	4	Cruzamento com Córrego	520+000
	5	Cruzamento com Córrego	524+473
	6	Início do Pátio 1	528+709
	7	Fim do Pátio 1	531+451
	8	Divisa de Município Alto do Araguaia - Itiquira	540+644
Município de Itiquira	9	Cruzamento com Córrego	547+000
	10	Início do Pátio 2	562+742
	11	Fim do Pátio 2	565+158
	12	Cruzamento com Córrego	574+682
Município de Itiquira	13	Cruzamento com Córrego	581+706
	14	Viaduto Sobre córrego Cabeceira Comprida	584+000
	15	Cruzamento com Córrego	584+393
	16	Mudança de Fuso UTM de 22S para 21S	587+772
	17	Início do Pátio 3	595+649
	18	Fim do Pátio 3	598+354
	19	Início do Pátio 4	629+744

Tabela 2.8-3 – Pontos Notáveis ALL Alto Araguaia - Rondonópolis

Município	Número do Ponto	Ponto Notável	Km em relação ao trecho
	20	Fim do Pátio 4	632+679
	21	Início do Pátio 5	658+488
	22	Fim do Pátio 5	661+768
	23	Cruzamento com Córrego	666+686
	24	Ponte sobre Rio Itiquira	670+168
	25	Cruzamento com Córrego	680+147
	26	Cruzamento com Córrego	682+249
	27	Início do Pátio 6	684+382
	28	Fim do Pátio 6	687+763
	29	Ponte sobre Rio Cachoeira	689+601
	30	Divisa de Município Itiquira - Rondonópolis	694+300
Município de Rondonópolis	31	Ponte sobre Ribeirão Ponte da Pedra I	699+267
	32	Cruzamento com Córrego	703+760
	33	Cruzamento com Córrego	705+840
	34	Cruzamento com Córrego	711+865
	35	Início do Pátio 7	716+000
	36	Cruzamento com Córrego	718+000
	37	Fim do Pátio 7	718+653
	38	Cruzamento com Córrego	720+602
	39	Ponte sobre Ribeirão Ponte da Pedra II	724+216
	40	Ponte sobre Ribeirão Ponte da Pedra III	726+000
	41	Cruzamento com Córrego	729+000
	42	Cruzamento com Córrego	729+544
	43	Cruzamento com Córrego	735+000
	44	Cruzamento com Córrego	741+000

2.8.1 Sinalização

- A via permanente possui sinalização estática localizada ao longo da via. É composta por placas fixas indicativas de vários tipos, que sinalizam para a equipagem dos trens quanto aos pontos de acionamento obrigatório de buzina, proximidade de passagens em nível, posição quilométrica, indicação de posição de chave por sinal luminoso (verde/amarelo - AMV - Aparelho de Mudança de Via), placas de SB (Seção de Bloqueio), sinalização de manutenção (homens trabalhando), entre outras.
- Passagens em nível são sinalizadas por placas indicativas tanto para o maquinista

como para os usuários da via pública. Em alguns perímetros urbanos existem sistemas de sinalização e de proteção complementares, com uso de cancelas operadas por “guardas” municipais, sinais sonoros e luminosos e guarda-cancela, durante 24 horas.

2.8.2 Obras de Arte

Ao longo de toda a malha existem obras de arte especiais como pontes, viadutos, túneis, bem como passarelas de pedestres. A listagem com elas foi apresentada anteriormente na Tabela 2.8-3.

2.9 Características dos Municípios Interceptados pela Ferrovia

O empreendimento objeto deste PGR intercepta três municípios do estado do Mato Grosso entre Alto Araguaia e Rondonópolis os quais são brevemente caracterizados na Tabela 2.9-4.



Tabela 2.9-4 - Municípios Atravessados pela Ferrovia

Nº	Município	População*	Km inicial ferrovia Município	Km final ferrovia Município	Latitude	Longitude
1	Alto Araguaia	14.611	500	540+600	17° 18' 54" S	53° 12' 54" W
2	Itiquira	13.022	540+600	694+130	17° 12' 32" S	54° 09' 00" W
3	Rondonópolis	181.902	694+130	761+300	16° 28' 15" S	54° 38' 09" W

*graus decimais (fonte: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)

2.9.1 Característica Sócio- Econômica e Ambiental da Região sob Influência da Ferrovia

Para fins de caracterização da região, foram levantados alguns dados sócio-econômicos dos principais municípios situados nas áreas de influência direta do trecho ferroviário em questão.

Abaixo seguem as principais características sócio-econômicas do Estado Mato Grosso e dos cinco principais municípios localizados na área de influência da ferrovia.


2.9.1.1 Estado Mato Grosso

O estado Mato Grosso está localizado a noroeste da região Centro-Oeste do Brasil e tem como limites os estados do Pará ao norte, Amazonas ao noroeste, Rondônia a oeste, Mato Grosso do Sul ao sul, Goiás a leste e Tocantins a nordeste. Também é limítrofe ao Paraguai a sudoeste.

Possui uma área territorial de 903.358 km², ocupando aproximadamente 56,23% da superfície da região Centro-Oeste e 10,61% da área territorial brasileira (de 8.514.876,6 km²). A capital, Cuiabá, está localizada em 15°35'55.36" lat. e 56°05'47.25" long., o que lhe confere uma posição quase central em relação à América do Sul. Possui ainda 141 municípios e três microrregiões geográficas, de acordo com o IBGE e o Governo do Estado.

Relevo

O relevo mato-grossense é de altitudes modestas, apresenta grandes superfícies aplainadas, talhadas em rochas sedimentares. Esse relevo é composto de três unidades distintas:

- 
- O Planalto Mato-Grossense, que serve de divisor de águas entre os rios que correm para o Paraguai e os rios da bacia do Rio Amazonas. É formado por uma série de planaltos cristalinos e chapadões sedimentares, com altitudes que variam, em média, de 400 a 800m;
 - O planalto arenítico-basáltico, localizado no sul do estado, simples parcela do Planalto Meridional.
 - Uma pequena parte do Complexo do Pantanal, baixada da porção centro-ocidental. Ao sul do Planalto Brasileiro, situa-se o divisor de águas entre as bacias dos rios Paraguai e Amazonas. A maior parte é drenada pelos afluentes localizados na bacia do rio Amazonas.

As serras mais importantes são as seguintes:

- Serra dos Parecis;
- Serra Formosa;
- Serra do Norte;
- Serra dos Caiabis;
- Serra dos Apiacás, no norte;
- Serra do Roncador, no leste.

A nordeste do Planalto Mato-Grossense, localizam-se duas grandes depressões, separadas pela Serra do Roncador:

- Depressão do Alto Xingu;
- Depressão do Médio Araguaia.

Essas duas áreas constituem amplas planícies inundáveis, alagadas periodicamente pelas enchentes dos rios. Mato Grosso conta ainda com uma porção do Complexo do Pantanal, extensa planície alagadiça, com altitudes que vão de 100 a 300m.

Vegetação

A maior parte da superfície estadual é coberta pela floresta equatorial, com árvores muito altas e copadas, como a andiroba, o angelim, o pau-roxo e a seringueira. É um verdadeiro prolongamento da Floresta Amazônica em Mato Grosso. Ao sul de Cuiabá, domina o cerrado, vegetação formada por árvores de até 10m de altura, espalhadas entre numerosos e variados arbustos.

No Pantanal, há diversos tipos de vegetação, que variam de acordo com o terreno. Predomina, porém, a cobertura de gramínea, excelente pastagem para o gado. Entre as vertentes dos rios Xingu e Rio Tapajós, no norte do Estado, a vegetação também não é uniforme, passando da mata seca e da floresta, mais densa às margens dos rios, ao campo, caracterizada por vegetação rasteira, praticamente desprovidos de arbustos. A zona de florestas compreende 47% da área do estado, os cerrados 39% e os campos 14%.

Parques de conservação

- Parque Nacional do Pantanal mato-grossense.
- Parque Nacional da Chapada dos Guimarães.
- Estação Ecológica de Taiamã.
- Estação Ecológica da Serra das Araras
- Área de Preservação Ambiental Meandros do Araguaia.


Hidrografia

A rede fluvial de Mato Grosso pertence a dois sistemas hidrográficos: a bacia do Rio Amazonas e a do Rio Paraguai. Os principais rios da bacia do Rio Amazonas são o Araguaia e seus afluentes, o R, o Xingu, o Juruena, o Teles Pires e o Roosevelt.

O Rio Paraguai nasce ao norte de Cuiabá, na chamada Amazônia mato-grossense. Seu principal rio afluente em território mato-grossense é o Cuiabá, no sul do Estado.

População

A população de Mato Grosso é de 3.001.692 habitantes, segundo estimativa populacional de 2009 elaborada pelo IBGE. Mato Grosso é o 19º Estado mais populoso do Brasil e concentra 1,50% da população brasileira. Do total da população do Estado em 2007, 1.387.109 habitantes são mulheres e 1.467.347 habitantes são homens.



Mato Grosso tem uma densidade demográfica de 2,6 hab/km². Pelas características encontradas no Estado o predomínio é de pessoas adultas e com um índice de declínio para jovens e aumento de idosos. Pela média do Estado há um predomínio de homens devido a emigração dos outros Estados para o Mato Grosso, contudo, na grande Cuiabá há predomínio de mulheres, semelhante à média brasileira. Mato Grosso ocupa o IDH 11º entre os Estados do Brasil.

Economia

Durante o período colonial do Brasil todo o comércio era monopólio de Portugal. Os principais sistemas produtivos da região que hoje é o Mato Grosso eram a mineração, cana-de-açúcar, erva-mate, poaia, borracha e pecuária.

A mineração foi o principal motivo do sustento dos habitantes na região durante as expedições Bandeirantes no século XVIII. A mão-de-obra era de escravos negros e índios e a fiscalização muito rígida ordenada pela coroa em Portugal. A pirâmide social tinha como base os escravos e acima desses, os mineradores.


Nos últimos 20 anos, após a divisão do território entre Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, o primeiro alcançou um elevado índice de desenvolvimento.

A principal atividade econômica é a agricultura, sendo que o Estado ocupa um lugar de destaque na produção de soja e algodão, sendo atualmente o líder em produção de algodão no Brasil.

Como o Estado focaliza seu sistema produtivo na agricultura, consegue atingir elevados índices de produtividade que chegam aos mesmos níveis da produção norte-americana, superando a média de produtividade nacional.

O aumento da produtividade é proveniente de um intenso processo de mecanização e modernização do campo, realizando uma agricultura de precisão, na qual se busca a diminuição de custos para automaticamente aumentar os lucros.

O sucesso da atividade agrícola no Estado gerou um grande desenvolvimento econômico, além de contribuir para o surgimento de inúmeras cidades, um exemplo disso é o norte do Estado, onde a mais ou menos vinte anos havia somente 38 municípios e hoje já são 130. As novas cidades são compostas, em sua maioria, por pessoas vindas do sul do país.



A configuração da economia se apresenta a partir de sua participação no PIB nacional que é de 1,6%.

A composição do PIB do Estado é oriunda dos setores de agropecuário 40,8%, indústria 19% e de serviços 40,2%.

O PIB per capita é de 10.161 dólares. Na exportação geral há um volume de 151,6 milhões de dólares, proveniente da exportação de soja e derivados (83%), madeira (5,6), carnes (4,8%) e algodão (3,3%).


Clima

O tipo de clima predominante em Mato Grosso é o tropical super úmido de monção, típico da Amazônia; segundo a classificação de Köppen, o clima tropical do norte de Mato Grosso é do tipo Am. As temperaturas são elevadas, com a média anual ultrapassando os 26°C. O índice de chuvas também é alto, atingindo dois mil milímetros anuais.

Também prevalece o clima tropical, propriamente dito, com chuvas de verão e inverno seco, caracterizado por médias de 23°C no Planalto Central. A quantidade de chuvas também é alta nesse clima: ultrapassa a média anual de 1.500 mm, já que a estação seca, bastante marcada no sul do estado, vai gradativamente se reduzindo em direção ao norte.

A notável extensão territorial do Estado do Mato Grosso lhe confere uma grande diversidade de tipos climáticos associados às latitudes equatoriais continentais e tropicais na porção central do continente Sul Americano. Apesar do forte aquecimento pela posição latitudinal ocupada pelo seu território, a oferta pluvial é relativamente elevada. Os valores médios encontrados para a série 1983-1994 revelam totais quase sempre superiores a 1.500mm anuais; apenas em áreas deprimidas e rebaixadas topograficamente encontram-se valores mais modestos.

As menores precipitações do Estado ocorrem na região pantaneira e no extremo meridional da baixada cuiabana, anotando 1.100 a 1300 mm anuais. Na área Sudeste varia entre aproximadamente 1400 e 1700 mm anuais e as precipitações aumentam constantemente em direção ao Norte de Cuiabá (1348 mm), alcançando valores anuais médios de 1.805 mm em Diamantino, em torno de 2.300 mm no extremo Noroeste e entre 1.800 e 2.200 mm anuais no setor Nordeste do Estado.



Essas precipitações não se distribuem igualmente através do ano. Seu regime é caracteristicamente tropical, com máxima no verão e mínima no inverno. Mais de 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano precipita-se de novembro a março, sendo geralmente mais chuvoso o trimestre janeiro-março no Norte do Estado, dezembro-fevereiro no centro e novembro-janeiro no Sul. Durante esses trimestres, chove em média 45 a 55% do total anual. Em contrapartida, o inverno é excessivamente seco. Nessa época do ano, as chuvas são muito raras, ocorrendo em média de 4 a 5 dias chuvosos por mês.

Um dos fatos que reforça a potencialidade hídrica do Estado é, justamente, esse ritmo sazonal com acentuada regularidade, no qual a maior intensidade da deficiência hídrica ocorre de maio a setembro e o período chuvoso tem uma duração média de novembro a março.

A amplitude térmica anual varia para as diferentes regiões entre 3° e 6°C, sendo que os valores máximos ocorrem no setor Sudoeste do Estado, na região do pantanal, e os valores mínimos no setor Norte, aonde as condições termoclimáticas vão se aproximando do regime tipicamente equatorial.

Apesar da consideração anterior, referente à regularidade dos sistemas climáticos do Estado, o Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Estado do Mato Grosso define três grandes macrounidades climáticas aí presentes, que devem ser consideradas como importantes

vetores, condicionantes dos processos de ocupação e implantação das diferentes atividades produtivas do Estado, sobretudo em relação aquelas relacionadas à produção agropecuária:

Clima Equatorial Continental Úmido com Estação Seca Definida da Depressão Sul Amazônica.

De maneira geral, a área ocupada por esta unidade climática está localizada entre 7° 30' e 11°/12° de latitude Sul e 51° a 61° Oeste, ou seja, a porção Norte do Estado do Mato Grosso. Um dos aspectos fundamentais desta unidade é que, mesmo se tratando de climas Equatoriais Continentais quentes e úmidos, existe a definição da estação seca. Trata-se de uma "seca moderada", existente em quase todas as suas subunidades.

A segunda propriedade extensiva é a existência de um elevado excedente hídrico (superior a 1.000mm). Consta-se também uma faixa relativamente extensa de unidades climáticas de transição para o clima tropical continental alternadamente úmido e seco.

Clima Sub-Equatorial Continental Úmido com Estação Seca Definida do Planalto dos Parecis.

O aumento da intensidade da seca estacional (entre 300 a 350 mm), combinado com excedentes entre 800 a 1.000mm, cria uma extensa faixa de transição climática dentro do Planalto dos Parecis. O aumento da altitude média (300 a 400 metros) e da latitude diminui o aquecimento, mantendo a variação das temperaturas médias anuais entre 24,8° a 24,0°C e os totais anuais médios de precipitação entre 1.600 a 2.000mm.

Apesar disso, a diminuição dos totais anuais de pluviosidade não apresenta aumento da deficiência hídrica sazonal, ficando com valores entre 250 a 300 mm, representando uma moderada seca de final de outono e de maior intensidade durante o inverno austral (junho, julho, agosto). A duração do período seco é, portanto, de cinco meses, ou seja, de maio a setembro. A redução do excedente hídrico (entre 800 a 900 mm) ocorre principalmente em função da diminuição dos totais pluviométricos dentro da estação chuvosa.

Clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco das Chapadas, Planaltos e Depressões do Mato Grosso.

Os Climas Tropicais do Mato Grosso são muito variados, em função da enorme extensão territorial e do controle modificador, exercido pela forma e orientação do relevo. Os ciclos estacionais, quase regulares, com seis a sete meses de predomínio da estação chuvosa e quatro a

cinco meses com estação seca definida, permitem um planejamento razoavelmente confiável no desenvolvimento e desempenho da atividade agropecuária.

O segundo aspecto, em termos de importância, é a existência de um conjunto substancial de terras elevadas (chapadas e planaltos com altitudes entre 400 a 800 metros), significando diferentes níveis de alteração térmica, possibilitando reagrupar conjuntos e realidades climáticas distintas. A atenuação térmica conduz implicitamente a um aumento da disponibilidade hídrica, diminuindo o rigor das altas perdas de água superficial. Além deste aspecto, a orientação, a forma e a altitude agem dinamicamente nos fluxos de vento, aumentando os valores da precipitação pluviométrica.

Resta lembrar que os grandes sistemas coletores de água dos planaltos (Depressão do Guaporé, Pantanal e Depressão do Araguaia) têm os seus valores quantitativos de chuva reduzidos pelo "efeito orográfico". Neste aspecto, merecem atenção especial por se encontrarem mais próximos dos limites inferiores ou superiores das oscilações rítmicas, tanto no caso de anos "extremos de seca", pois vão ser afetados na produção local da pluviosidade, como vão receber menores volumes do escoamento fluvial, superficial e subterrâneo das chapadas e planaltos elevados. Por outro lado, em anos ou seqüências de anos, com "ciclos de águas altas" o aumento local da pluviosidade soma-se àquele do escoamento, resultando em cheias e ultrapassando os limites superiores.

2.9.1.2 Município de Alto Araguaia

O município de Alto Araguaia está situado no Sudeste do Estado do Mato Grosso.

É cortado pela rodovia federal BR-364 e está localizado a uma distância de aproximadamente 420 km da capital do estado, Cuiabá.

Sua população é de 14.611 habitantes (IBGE, 2009), com uma área aproximada de 5.540 km² e altitude de 692 metros.

O clima da cidade é tropical subsequente e úmido com 3 meses de seca de junho a agosto. A precipitação anual é de 1.750mm, com intensidade máxima nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. A temperatura média anual é de 22° C, sendo a maior máxima de 38°C e a menor mínima de 0°C.

A economia é a baseada na pecuária e na agricultura.

Várias cachoeiras são encontradas no território municipal, como a "Cachoeira do Araguaia", situada nos arredores da cidade - onde foi instalada uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH) - e a "Cachoeira Couto Magalhães", próxima ao município de Araguainha, onde deverá ser instalada uma usina hidroelétrica.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município é de 0,786 (PNUD, 2000) e seu Produto Interno Bruto (PIB) é de 790.500 mil (IBGE, 2005).

2.9.1.3 Município de Alto Garças

Alto Garças está localizado a uma altitude de 750 metros e possui uma área aproximada de 3672,22 km². Sua população estimada é de 9.550 habitantes (IBGE, 2009).

Sua principal atividade econômica é a agricultura, com destaque para o cultivo da soja, algodão, brachiaria entre, outros.

O município possui algumas cachoeiras como atrativos turísticos, entre elas, a cachoeira do São Vicente, do Ribeirão da Onça e do Cafezinho.

O clima é semelhante ao do município de Alto Araguaia, caracterizado como tropical subsequente e úmido com 3 meses de seca de junho a agosto. A precipitação anual é de 1.950 mm, com intensidade máxima nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. A temperatura média anual é de 22°C, sendo a máxima já registrada de 38° e a mínima de 0°.

Possui um IDH de 0,795 (PNUD, 2000) e PIB de 243.130 mil (IBGE, 2005).

2.9.1.4 Município de Itiquira

Itiquira está localizado a uma altitude de 522 metros, com área total aproximada de 8.638,7 km². Sua população é estimada em 13.022 habitantes (IBGE, 2009).

O clima é tropical quente, com meses de seca de junho a agosto. A precipitação anual é de 1.500 mm, com intensidade máxima observada entre os meses de dezembro e fevereiro. A temperatura média anual é de 22°C, com maior máxima de 40°C, e maior mínima de 0°C.

Possui extensas áreas de cultivo de arroz, soja, milho, algodão e seringueira.

O IDH do município é de 0,767 (PNUD, 2000) e o PIB é de 510.341 mil (IBGE, 2005).

2.9.1.5 Município de Pedra Preta

Prata Preta está localizada a 28 quilômetros de Rondonópolis, possui uma área total aproximada de 4193,2 km² e altitude de 248 metros. Sua população é de 46.461 habitantes (IBGE, 2009).

É banhada pelos rios Prata, Monogôbo, Ponte de Pedra, Juriguinho e Jurigão, sendo este último o principal já que atravessa quase todo o município.

O clima é tropical com duas estações bem definidas: uma chuvosa (de outubro a abril), e outra seca (de maio a setembro). A temperatura média anual gira em torno de 27°C, sendo a máxima de 38°C e a mínima de 6°C, com inverno seco. A precipitação anual gira em torno de 1.470 mm e o período de maior intensidade de chuvas está compreendido entre os meses de novembro e março, enquanto que os de maior seca vão de maio a setembro.

2.9.1.6 Município de Rondonópolis

Rondonópolis está localizado a 210 quilômetros de distância da capital Cuiabá, possui uma área estimada em 4.165,2 km² e altitude de 227 metros. Sua população aproximada é de 181.902 habitantes (IBGE, 2009). Está localizada no entroncamento das rodovias BR-163 e BR-364.

A cidade é banhada pelos rios Vermelho, Tadarima, Arareau, Rio Ponte de Pedra, Guiratinha e Jurigue. A região tem vegetação típica do cerrado, e o clima é tropical quente e sub-úmido, com chuvas concentradas na primavera e no verão.

A base da economia é o agronegócio, o comércio e a prestação de serviços. As lavouras de algodão e soja, e o gado de corte e de leite são destaque. A indústria, também ligada ao campo, é composta basicamente por esmagadoras de soja, indústrias têxteis, químicas e de fertilizantes, curtumes, entre outras.

A zona urbana do município é banhada pelos rios Vermelho e Arareau. Já a zona rural é cortada pelos rios Ponte de Pedra, Jurigue e Tadarimana.

A cidade também é um importante pólo comercial, além de ser considerada a “capital regional”, por sua importância local.

O turismo de Rondonópolis é movimentado pelo agronegócio, mas devido as belezas naturais da região, o ecoturismo também é evidente. Entre os principais pontos turísticos da cidade estão a Cidade de Pedra (complexo rochoso e sítio arqueológico), o Parque Ecológico João Basso, o Rio Ponte de Pedra (prática de esportes radicais), o Cais às margens do Rio Vermelho (lazer), entre outros.




O IDH da cidade é de 0,791 (PNUD, 2000) e o PIB é de aproximadamente 3 bilhões (IBGE,2007).

2.10 Principais Acessos à Ferrovia

2.10.1 Acesso Rodoviário

A Tabela 2.10-5 abaixo apresenta os acessos rodoviários aos municípios interceptados pelo traçado da ferrovia.

Tabela 2.10-5 - Municípios e Rodovias de Acesso



Municípios	Rodovias
Alto Araguaia	BR-364, MT-100
Alto Garças	BR-364, MT-107, MT-110, MT-462
Itiquira	BR-364, MT-299, MT-370
Pedra Preta	BR-364
Rondonópolis	BR-364, BR-163, MT-383, MT-130, MT-270

2.10.2 Acesso Aquaviário

O empreendimento está localizado na Bacia do Rio Paraguai, considerado pelo Governo do Mato Grosso como estratégico, em uma rota multimodal, para o escoamento da produção agrícola para ao mercado interno do Estado e aos grandes centros exportadores no futuro.

2.10.3 Acesso Aeroportuário

A infraestrutura aeroportuária que serve a região sob influência da ferrovia é composta pelo Aeroporto Municipal Maestro Marinho Franco, localizado a 16 km do centro de Rondonópolis, que faz a ligação com Cuiabá, Barra do Garças, Rio Verde, Goiânia, Rio Verde, Vilhena, Gi Paraná, Porto Velho e Manaus, e pelos aeroportos localizados na cidade de Cuiabá Aeroporto Marechal Cândido Rondon e Aeroporto de Cargas do Porto Seco de Cuiabá.

2.10.4 Acesso Ferroviário

O acesso por via ferroviária se dá pelo município de Alto Araguaia através do trecho de ferrovia da ALL Malha Norte, entre Aparecida do Taboado – MS e Alto Araguaia – MT, administrado pela ALL



3. CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADE DOS PRODUTOS

3.1 Introdução

Os produtos transportados pela ALL no trecho Alto Araguaia - Rondonópolis foram classificados de acordo com suas características comerciais: Agrícola/Alimentícios, Siderúrgico, Minérios e Derivados, Diversos e Produtos Perigosos. A Tabela 3.1-1 apresenta a relação dos produtos perigosos transportados, o estado físico da substância e a respectiva classe de risco, de acordo com a Resolução nº 420 de 12/02/2004 da Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT.

Tabela 3.1-1 – Relação dos Produtos Perigosos Manipulados

Produto	Estado Físico (Sólido, Líquido ou Gasoso)	Classe de Riscos
Álcool Anidro	Líquido	3 – Inflamáveis
Álcool Hidratado	Líquido	3 – Inflamáveis
Gasolina	Líquido	3 – Inflamáveis
Óleo Diesel	Líquido	3 – Inflamáveis
Óleo Combustível	Líquido	3 – Inflamáveis

A partir da caracterização inicial dos produtos, para a continuidade do Estudo de Análises de Riscos, foram selecionadas as substâncias químicas com maior potencial, em termos de inflamabilidade. Para tanto, foram utilizados os critérios estabelecidos pela CETESB para a classificação de substâncias químicas quanto à periculosidade, constantes da Norma CETESB P4.261 – “Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos”.

3.2 Critérios para Classificação das Substâncias

3.2.1 Substâncias Inflamáveis

O critério para a classificação das substâncias inflamáveis transportadas pela ALL, de acordo com a referência anteriormente mencionada, está apresentado na Tabela 3.2-2

Tabela 3.2-2 – Critério para Classificação de Substâncias Inflamáveis

Nível de Inflamabilidade	Ponto de Fulgor e/ou Ponto de Ebulição (°C)
1- Líquido pouco inflamável	PF > 60
2 - Líquido inflamável	37,8 < PF ≤ 60
3 - Líquido facilmente inflamável	PF ≤ 37,8 e PE ≥ 37,8
4 - Gás ou líquido altamente inflamável	PF ≤ 37,8 e PE ≤ 37,8

PF = Ponto de Fulgor;

PE = Ponto de Ebulição

3.2.2 Classificação Segundo Critério CETESB

A partir do critério estabelecido na Norma CETESB, os produtos transportados pela ALL no Estado de Mato Grosso, no trecho Alto Araguaia - Rondonópolis foram classificados em níveis de inflamabilidade e toxicidade. A Tabela 3.2-3 apresenta a relação dos produtos movimentados com a respectiva classificação.

O índice INF indica que a substância foi classificada segundo os critérios de inflamabilidade e TOX segundo os critérios de toxicidade.

Tabela 3.2-3 – Classificação dos Produtos

Descrição	Estado físico (sólido, líquido ou gasoso)	Classe de Risco	Ponto de Fulgor/Ponto de Ebulição (°C)	CL ₅₀ (ppm.h) DL ₅₀ (mg/kg)	Nível de Inflamabilidade ou Toxicidade segundo CETESB
Álcool Anidro	Líquido	3 – Inflamáveis	PF: 13 PE: 78,3	CL ₅₀ 20000	2 (INF)/1 (TOX)
Álcool Hidratado	Líquido	3 – Inflamáveis	PF: 15 PE: 78,3	CL ₅₀ 20000	3 (INF)/1 (TOX)
Gasolina	Líquido	3 – Inflamáveis	PF: - 43	---	3 (INF)
Óleo Diesel	Líquido	3 – Inflamáveis	PF:30	---	3 (INF)
Óleo Combustível	Líquido	3 – Inflamáveis	PF: 66	---	1 (INF)

Para efeito deste trabalho, todas as substâncias classificadas nos níveis de Toxicidade e Inflamabilidade 3 e 4, tanto para gases como líquidos, são classificadas como de interesse para a estimativa da vulnerabilidade.

A seguir são apresentadas as principais características das substâncias perigosas movimentadas no trecho Alto Araguaia - Rondonópolis da ALL, ressaltando que as mesmas podem ser verificadas no Anexo II – Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos – FISPQs.



3.3 Álcool Anidro e Hidratado

As composições do álcool anidro e hidratado se diferem basicamente pelas porcentagens de água e uma pequena adição de gasolina no caso do álcool hidratado, a saber:

- Álcool Anidro – porcentagem mínima de 99,3% (p/p) de etanol e máxima de 0,7% (p/p) de água;
- Álcool Hidratado – porcentagens de etanol variando entre 92,6 e 93,8 % (p/p), água entre 6,2 e 7,4 % (p/p) e adição máxima de 30 ml/L (p/p) de gasolina.

3.3.1 Principais Características

As principais características e propriedades físico-químicas do álcool anidro e hidratado são apresentadas nas Tabelas 3.3-4 e 3.3-5.



Tabela 3.3-4 – Principais Características e Propriedades do Álcool Anidro

IDENTIFICAÇÃO	
NOME	Álcool Etílico Anidro
SINÔNIMOS	Etanol, Álcool Etílico, Álcool Anidro, AEAC
CAS	Etanol (CAS 64-17-5): MÍN. 99,3% (P/P)
Nº ONU	1170
CLASSE DE RISCO	3
NATUREZA QUÍMICA	Solvente Orgânico
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	
DENSIDADE	0,7915
PESO MOLECULAR	
PRESSÃO DE VAPOR	5,9 Pa (44 mmHg) a 20 °C
SOLUBILIDADE	Solúvel
TEMPERATURA DE AUTO-IGNIÇÃO	423 °C
VISCOSIDADE	1,22 cP a 20 °C
INFLAMABILIDADE	
PONTO DE FULGOR	13 °C (vaso fechado)
TOXICIDADE	
DL50 (RATO – INGESTÃO) CL50 (RATO – INALAÇÃO) DL50 (COELHO – CONTATO COM A PELE)	7.060 mg/kg 20.000 ppm 20 g/kg
TLV/TWA	
REATIVIDADE	
<p>ÁCIDO NÍTRICO, ÁCIDO PERCLÓRICO, ÁCIDO PERMANGÂNICO, ANIDRIDO CRÔMICO, CLORETO DE ACETILA, HIPOCLORITO DE CÁLCIO, NITRATO DE PRATA, NITRATO DE MERCÚRIO, PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO, PENTAFLUORETO DE BROMO, PERCLORATOS E OXIDANTES EM GERAL</p>	

Tabela 3.3-5 – Principais Características e Propriedades do Álcool Hidratado

IDENTIFICAÇÃO	
NOME	Álcool Etílico Hidratado Combustível
SINÔNIMOS	Etanol, Álcool Hidratado, AEHC
CAS	Etanol (CAS 64-17-5): 92,6 – 93,8 % (P/P)
Nº ONU	1170
CLASSE DE RISCO	3
NATUREZA QUÍMICA	Solvente Orgânico
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	
DENSIDADE	0,8093
PESO MOLECULAR	
PRESSÃO DE VAPOR	0,13 kgf/cm ² a 37,8 °C
SOLUBILIDADE	Solúvel
TEMPERATURA DE AUTO-	>400 °C
VISCOSIDADE	1,20 cP a 20 °C
INFLAMABILIDADE	
PONTO DE FULGOR	15 °C
TOXICIDADE	
DL50 (RATO – INGESTÃO)	7.060 mg/kg
CL50 (RATO, 10 H – INALAÇÃO)	20.000 ppm
TLV/TWA	
REATIVIDADE	
<p>ÁCIDO NÍTRICO, ÁCIDO PERCLÓRICO, ÁCIDO PERMANGÂNICO, ANIDRIDO CRÔMICO, CLORETO DE ACETILA, HIPOCLORITO DE CÁLCIO, NITRATO DE PRATA, NITRATO DE MERCÚRIO, PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO, PENTAFLUORETO DE BROMO, PERCLORATOS E OXIDANTES EM GERAL</p>	

3.3.2 Propriedades Toxicológicas


Os perigos dos alcoóis, anidro e hidratado, estão associados às suas características de inflamabilidade, sendo o principal efeito adverso à saúde humana, a alteração de comportamento, podendo causar dores de cabeça, sonolência e lassidão. Em casos de absorção em altas doses, pode provocar torpor, alucinações visuais e embriaguez.

3.3.3 Riscos ao Fogo

Em caso de incêndio, o fogo deve ser combatido com espuma para álcool, neblina d'água, pó químico e dióxido de carbono (CO₂).

Os perigos específicos referem-se ao fato de que os vapores podem deslocar-se até uma fonte de ignição e provocar retrocesso de chamas, além de explosão dos recipientes presentes na área de fogo e explosão do vapor em ambientes fechados ou rede de esgotos.

3.4 Gasolina



A gasolina é um hidrocarboneto que possui baixo ponto de fulgor, o que indica que pode inflamar-se em todas as condições de temperatura ambiente. Os vapores da gasolina são mais pesados que os do ar, podendo deslocar-se a uma distância considerável até atingir um ponto de ignição.

A gasolina é uma substância não corrosiva e incompatível com materiais oxidantes que podem causar sua ignição. A toxicidade do produto depende da via de exposição

3.4.1 Principais Características

As principais características e propriedades físico-químicas da gasolina são apresentadas na Tabela 3.4-6.

Tabela 3.4-6 – Principais Características e Propriedades da Gasolina

IDENTIFICAÇÃO	
NOME	Gasolina Padrão
SINÔNIMOS	Gasolina
CAS	---
Nº ONU	1203
CLASSE DE RISCO	3
NATUREZA QUÍMICA	Hidrocarboneto
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	
DENSIDADE	0,75
PESO MOLECULAR	---
PRESSÃO DE VAPOR	0,6 kgf/cm ² a 37,8°C
SOLUBILIDADE	Insolúvel em água, solúvel em solventes orgânicos
TEMPERATURA DE AUTO-IGNIÇÃO	257°C
INFLAMABILIDADE	
PONTO DE FULGOR	< -43°C (vaso fechado)
TOXICIDADE	
DL50 (NÉVOA DE ÓLEO –	---
TLV/TWA	300 ppm
REATIVIDADE	
PODE REAGIR COM MATERIAIS OXIDANTES FORTES E OXIGÊNIO	



3.5 Óleo Diesel

O óleo diesel é obtido através da destilação fracionada do petróleo. É utilizado em máquinas/motores que requerem um combustível com baixa viscosidade e moderada volatilidade.

3.5.1 Propriedades Físico-Químicas

O óleo diesel é um líquido moderadamente volátil, límpido, combustível, inflamável, insolúvel em água, mas solúvel em solventes orgânicos. Suas principais propriedades físico-químicas são:

- Densidade: 0,82 – 0,88 a 20°C (método NBR 7148);
- Ponto de Fulgor: 38°C Mín (método NBR 7974);
- Viscosidade: 2,5 – 5,5 Cst a 40°C (método NBR 10441);
- Temperatura de decomposição: 400 °C.



3.5.2 Propriedades Toxicológicas

Se inalado, pode causar irritação das vias aéreas superiores, dor de cabeça, náusea e tonteadas.

Em casos de contato com a pele, pode causar lesões. Em contato com os olhos pode causar irritação com vermelhidão das conjuntivas.

3.5.3 Riscos ao Fogo

Em caso de incêndio, o fogo deve ser extinto por meio de espuma para hidrocarbonetos, pó químico e dióxido de carbono (CO₂). Quando do combate ao fogo a brigada de emergência, deverá utilizar equipamentos de proteção individual.

3.5.4 Principais Características

As principais características e propriedades físico-químicas do óleo diesel são apresentadas Tabela 3.5-7.

Tabela 3.5-7 – Principais Características e Propriedades do Óleo Diesel

IDENTIFICAÇÃO	
NOME	Óleo Diesel
SINÔNIMOS	Óleo Diesel tipo B
CAS	68334-30-5
Nº ONU	1203
CLASSE DE RISCO	3
NATUREZA QUÍMICA	Hidrocarboneto
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	
DENSIDADE	0,82 – 0,88 a 20° C (método NBR7148)
PESO MOLECULAR	---
PRESSÃO DE VAPOR	---
SOLUBILIDADE	Insolúvel em água, solúvel em solventes orgânicos
TEMPERATURA DE DECOMPOSIÇÃO	400 °C
VISCOSIDADE	2,5 – 5,5 Cst a 40°C (método NBR-10441)
INFLAMABILIDADE	
PONTO DE FULGOR	38°C Mín (método NBR7974)
TOXICIDADE	
DL ₅₀ (NÉVOA DE ÓLEO – INALAÇÃO/INGESTÃO)	5g/kg
TLV/TWA	5 mg/m ³
REATIVIDADE	
Pode reagir com hidrocarbonetos de menor e maior peso molecular e coque	

3.6 Óleo Combustível

O Óleo Combustível é uma mistura líquida de hidrocarbonetos. Suas propriedades físico-químicas, toxicológicas e risco ao fogo estão apresentados abaixo.

3.6.1 Propriedades Físico-Químicas

O Óleo Combustível é um líquido inflamável, combustível, insolúvel em água, mas bastante solúvel em solventes orgânicos. Suas principais propriedades físico-químicas são:

- Densidade (relativa): 1,024;

A Tabela 4.20 abaixo mostra as principais características do Óleo Combustível.

3.6.2 Propriedades Toxicológicas

Por inalação pode provocar irritação das vias superiores, dor de cabeça, náuseas e tonteiras podendo em altas concentrações chegar à confusão mental e depressão até perda de consciência.

Contatos ocasionais com a pele podem causar irritações leves. Em contato com os olhos pode causar irritação leves. Pode causar pneumonia química.

3.6.3 Riscos ao Fogo

Em caso de incêndio, o fogo deve ser extinto por meio de espuma de hidrocarbonetos, neblina d'água, pó químico e dióxido de carbono (CO₂).



Tabela 3.5-8 – Principais Características e Propriedades do Óleo Combustível

IDENTIFICAÇÃO	
NOME	Óleo Combustível
SINÔNIMOS	Óleo Combustível tipo 1A
CAS	---
Nº ONU	3082
CLASSE DE RISCO	9
NATUREZA QUÍMICA	Mistura de Hidrocarbonetos
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	
DENSIDADE	1,024
PESO MOLECULAR	---
PRESSÃO DE VAPOR	---
SOLUBILIDADE	Solúvel em solventes orgânicos
TEMPERATURA DE AUTO-IGNIÇÃO	---
VISCOSIDADE	620 cSt a 60°C
INFLAMABILIDADE	
PONTO DE FULGOR	66°C (vaso fechado)
TOXICIDADE	
DL ₅₀ (NÉVOA DE ÓLEO – INALAÇÃO/INGESTÃO)	---
TLV/TWA	0,2 mg/m ³ (EUA, ACGIH)
REATIVIDADE	
Incompatível com agentes oxidantes.	



4. IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS

4.1 Introdução

Esse capítulo descreve a metodologia utilizada para a identificação dos perigos relativos ao trecho Alto Araguaia - Rondonópolis da ALL no Estado de Mato Grosso.

A Seção 4.2 apresenta uma breve descrição da técnica APP e a metodologia utilizada para a identificação dos perigos.

4.2 Metodologia

A Análise Preliminar de Perigos (APP), do inglês *Preliminary Hazard Analysis (PHA)*, é uma técnica desenvolvida pelo programa de segurança militar do Departamento de Defesa dos Estados Unidos (MIL-STD-882B).

Trata-se de uma técnica estruturada que tem por objetivo identificar os perigos presentes numa instalação, ocasionados por eventos indesejáveis. Normalmente, a APP é utilizada na fase inicial de projeto, embora venha sendo também bastante aplicada na fase de operação de empreendimentos, permitindo uma análise crítica dos sistemas de segurança existentes e a identificação das possíveis hipóteses de acidentes.

A APP focaliza os eventos perigosos cujas falhas têm origem na instalação em análise, contemplando tanto as falhas intrínsecas de equipamentos, de instrumentos e de materiais, como erros humanos.

Na APP são identificados os perigos, suas causas, os efeitos (consequências) e suas respectivas categorias de severidade, sendo apontadas eventuais observações e recomendações pertinentes aos perigos identificados. Os resultados são apresentados em planilha padronizada, conforme apresentado na Figura 4.2-1. A explicação de cada um dos campos é apresentada a seguir.

- **Número de Ordem:** número sequencial do perigo identificado na unidade em estudo;
- **Perigo:** evento indesejado, normalmente associado a uma ou mais condições com potencial de causar danos às pessoas, ao patrimônio ou ao meio ambiente;
- **Causas:** possíveis causas associadas a um determinado perigo;
- **Modos de Detecção:** meio ou instrumentos de detecção de vazamentos ou das tipologias acidentais provindas dos vazamentos;

- **Efeitos:** possíveis consequências associadas a um determinado perigo;
- **Categoria de Frequência:** graduação qualitativa da causa associada ao cenário acidental, de acordo com a classificação apresentada na Tabela 4.3-1;
- **Categoria de Severidade:** graduação qualitativa do efeito associado ao cenário acidental, de acordo com a classificação apresentada na Tabela 4.3-2;
- **Categoria de Risco:** graduação qualitativa obtida através da “Matriz de Interação Probabilidade e Severidade” (Matriz de Riscos);
- **Observações/Recomendações:** observações pertinentes ao perigo e respectivos cenários acidentais, sistemas de segurança existentes ou recomendações para o gerenciamento dos riscos associados.

Os critérios para a classificação das probabilidades de ocorrência dos perigos, das severidades aplicadas aos efeitos associados e as categorias de risco estão apresentados na seção a seguir.



APP – ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								
<i>Empresa: América Latina Logística</i>			Sistema:				Folha:	
Referência:			Data:				Revisão:	
Nº de Ordem	Perigo	Causas	Modos de Detecção	Efeitos	Cat. Freq.	Cat. Sev.	Cat. Risco	Observações / Recomendações

Figura 4.2-1 – Planilha da APP

4.3 Critérios para Classificação da Frequência e Severidade

Os critérios para a classificação das frequências de ocorrência dos perigos, das severidades aplicadas aos efeitos associados e as categorias de risco, são:

a) Quanto à frequência de ocorrência

Para as causas básicas foi utilizado o critério de níveis de probabilidade tradicionalmente adotado na aplicação da APP, conforme apresentado na Tabela 4.3-1.

Tabela 4.3-1 – Categorias de Frequências

Categoria	Denominação	Descrição
A	Muito Improvável	Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação. Incidentes que dependem da ocorrência de falhas múltiplas.
B	Improvável	Não esperado ocorrer durante a vida útil da instalação. Incidentes associados a diversas falhas ou rupturas de equipamentos de grande porte.
C	Ocasional	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil da instalação. A ocorrência depende de uma única falha (humana ou equipamento).
D	Provável	Esperado ocorrer pelo menos uma vez durante a vida útil da instalação.
E	Frequente	Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação.

b) Quanto à severidade

Para a categorização dos efeitos foi utilizado o critério de níveis de severidade tradicionalmente adotado na aplicação da APP, conforme apresentado na Tabela 4.3-2.

Tabela 4.3-2 – Categorias de Severidade

Categoria	Denominação	Descrição
I	Desprezível	Eventos associados à ausência de danos ou danos não mensuráveis.
II	Marginal	Ocorrências com potencial de causar danos irrelevantes ao meio ambiente, à instalação e às comunidades interna e externa.
III	Crítica	Situações com potencial para ocasionar impactos ao meio ambiente externo com reduzido tempo de recuperação, podendo provocar lesões de gravidade moderada na população.
IV	Catastrófica	Ocorrências com potencial de gerar impactos ambientais significativos em áreas externas às instalações e com tempo de recuperação elevado, podendo também provocar mortes ou lesões graves na população.

c) Matriz de Riscos: Interação Severidade x Frequência de Ocorrência:



		FREQUÊNCIA				
		A	B	C	D	E
SEVERIDADE	IV	2	3	4	5	5
	III	1	2	3	4	5
	II	1	1	2	3	4
	I	1	1	1	2	3

Severidade		Frequência	
I	Desprezível	A	Muito Improvável
II	Marginal	B	Improvável
III	Crítica	C	Remota
IV	Catastrófica	D	Provável
		E	Frequente

Risco	
1	Desprezível
2	Menor
3	Moderado
4	Sério
5	Crítico

Figura 4.3-2 – Matriz de Classificação de Risco

No transporte ferroviário da ALL do trecho Alto Araguaia - Rondonópolis os perigos decorrem basicamente da liberação acidental dos produtos transportados. Assim, para a APP, foram levantadas situações típicas relacionadas com grandes liberações decorrentes de ruptura catastrófica e de furo em vagão-tanque. Essas situações estão, de modo geral, associadas às falhas operacionais, falhas do material rodante ou da via permanente.

O Anexo III apresenta as planilhas da APP, que foram preenchidas pelos técnicos do ITSEMAP, com apoio dos técnicos da ALL, sendo então identificados os principais perigos associados ao transporte ferroviário, suas causas e respectivos efeitos. Já o Anexo IV apresenta a tabela com as possíveis causas associadas aos perigos. Para os efeitos gerados pelas hipóteses acidentais foi atribuído um grau de frequência e severidade, de acordo com os critérios apresentados nas Tabelas 4.3-1.e 4.3-2, respectivamente.

4.3.1 Operações Estudadas na Identificação de Perigos

A APP foi aplicada para o transporte de cargas em geral e produtos inflamáveis. Embora não pertinentes para o cálculo do risco, foram considerados outros perigos que não envolvem diretamente a liberação da carga transportada, mas que podem ocasionar danos às instalações e pessoas e, portanto, foram objetos de ações de resposta específicos no Plano de Ação de Emergência.

4.3.2 Perigos Identificados

A partir da aplicação da APP foram selecionados 6 perigos relevantes, considerando-se sempre situações acidentais relacionadas com grandes liberações (ruptura) e pequenas liberações (furo).

Os possíveis efeitos associados aos perigos identificados na APP foram classificados em termos de severidade. Foram selecionadas para a simulação as hipóteses cuja severidade foi classificada em III ou IV. Dessa forma, foram elencados 4 possíveis efeitos relacionados com consequências decorrentes das características de inflamabilidade dos combustíveis (gasolina e etanol) para a Análise Quantitativa do Risco. Também foram simulados os eventos que se referiam a óleo diesel, pois este combustível está no limiar da inflamabilidade.

As hipóteses acidentais extraídas da APP são apresentadas na Tabela 4.3-3 a seguir.

Tabela 4.3-3 – Hipóteses Acidentais Selecionadas para AQR

Nº Ordem	Hipótese Acidental	Operação
1	Ruptura Catastrófica do Vagão-Tanque de Etanol.	Transporte Etanol
2	Furo de 10 mm no costado do Vagão-Tanque de Etanol.	
3	Ruptura Catastrófica do Vagão-Tanque de Gasolina.	Transporte Gasolina
4	Furo de 10 mm no costado do Vagão-Tanque de Gasolina	
5	Ruptura Catastrófica do Vagão-Tanque de Óleo Diesel.	Transporte Óleo Diesel
6	Furo de 10 mm no costado do Vagão-Tanque de Óleo Diesel.	



5. ANÁLISE DE CONSEQUÊNCIAS E VULNERABILIDADE


5.1 Introdução

Esse item contempla a metodologia da simulação das consequências, efeitos físicos, associadas às hipóteses acidentais selecionadas.

As hipóteses acidentais foram definidas no Capítulo 4. Resumidamente pode-se dizer que estas se caracterizam por vazamentos de Etanol, Gasolina e Diesel com as sequências acidentais descritas através de Árvores de Eventos.

Cada hipótese gerou diferentes tipologias acidentais (cenários), de acordo com as características da Gasolina, Etanol e Óleo Diesel, além do porte do vazamento. Foram estudados os cenários de incêndio em poça, *flashfire*, explosão de nuvem de vapor não confinada (*Unconfined Vapour Cloud Explosion - UVCE*) e dispersão da nuvem de vapor. Para esses cálculos foi utilizado o *software PHAST*, versão 6.54, desenvolvido pela DNV-Technica.

5.2 Análise de Árvore de Eventos Qualitativa



A Árvore de Eventos é uma técnica que permite a análise das consequências de um evento indesejado, que pode ser gerado devido à ocorrência de falhas em equipamentos, problemas em determinado sistema, ou devido a erros operacionais durante a realização de uma determinada atividade.

5.3 Metodologia

A Árvore de Eventos descreve as sequências dos fatos que se desenvolvem para que um acidente ocorra, definindo quais são as possíveis consequências geradas pelo mesmo e estabelecendo, portanto, uma série de relações entre o evento inicial e os eventos subsequentes que, combinados, resultam nas consequências do acidente. Estas relações são estabelecidas pelas interferências do homem (operador) com o sistema em estudo ou com os sistemas de segurança previstos, ou ainda, em situações que possam gerar diferentes tipos de danos, de acordo com a forma em que ocorra o evento.

A Análise de Árvore de Eventos pode ser utilizada durante a fase de operação, para a avaliação da eficiência dos sistemas de segurança em utilização, ou na fase de instalação de um empreendimento para averiguação da necessidade de implantação de outros dispositivos, visando aumentar o grau de segurança do sistema.


Sob o ponto de vista da segurança, as sequências relevantes são aquelas que resultam em acidentes. Desta forma, estas sequências serão analisadas para fornecer subsídios na adoção de medidas de proteção contra esses acidentes.

Considerando-se as condições de operação da ferrovia, a periculosidade das substâncias, as circunstâncias ambientais, bem como os dados provenientes das etapas do estudo já desenvolvidas, o evento inicial escolhido trata-se de um vazamento já consumado.

Assim, a Árvore de Eventos tem a finalidade de analisar as consequências possíveis do vazamento, não tendo sido consideradas conservativamente neste estudo, as interferências dos sistemas de segurança existentes que atuariam após a ocorrência do vazamento.

Desta forma, a Árvore de Eventos é elaborada para a sequência acidental que poderá ser desenvolvida após um vazamento, conforme descrito a seguir.

5.4 Fenômenos Estudados



O vazamento de um líquido inflamável faz com que, num 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. A taxa de evaporação depende do tamanho da poça, da troca térmica com o ar e com o solo, da velocidade do vento, do tipo de solo e das características da substância (volatilidade).

O produto vazado ao encontrar uma fonte de ignição dará origem a um incêndio de poça. No caso de não ocorrer ignição imediata, pode-se estudar o comportamento da nuvem de vapor na atmosfera através do modelo de dispersão para substâncias inflamáveis.

A Figura 5.4-1 mostra a Árvore de Eventos para a situação descrita.

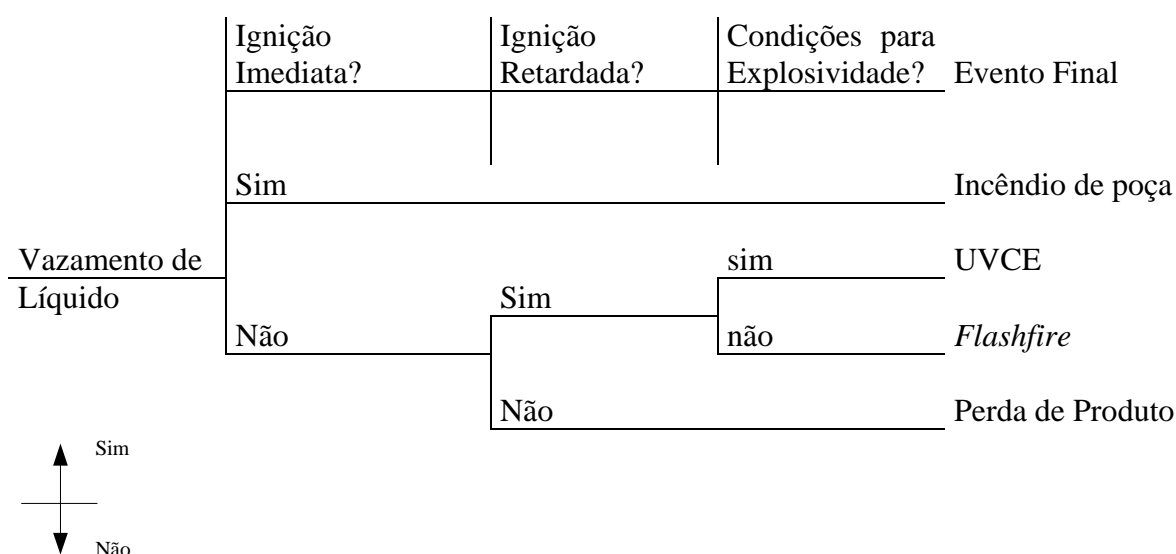


Figura 5.4-1 – Árvore de Eventos para Vazamento de Líquido Inflamável

5.5 Dados de Entrada nos Modelos



As simulações das consequências dos eventos finais definidos pela Árvore de Eventos foram realizadas com o programa *PHAST*.

Resumidamente, pode-se dizer que as hipóteses estudadas foram caracterizadas considerando os seguintes aspectos:

- Características da liberação, como área de vazamento e tipo de liberação (contínua ou instantânea);
- Quantidade e fluxo mássico da liberação;
- Duração da liberação;
- Densidade inicial da liberação;
- Altura da fonte de escape;
- Características meteorológicas, como velocidade do vento, temperatura ambiente e umidade relativa do ar; e
- Fator de rugosidade do terreno.

Os dados adotados para as simulações estão mostrados a seguir.

5.5.1 Tamanho do Furo

A magnitude de um vazamento está associada ao tamanho do furo. As hipóteses relacionadas com liberações de produtos foram simuladas considerando-se a grande liberação, equivalente a ruptura catastrófica do vagão-tanque e pequena liberação equivalente a furo de 10 mm.

5.5.2 Dados Meteorológicos

Em função da indisponibilidade dos dados meteorológicos dos municípios interceptados pela ALL, foram adotados os valores preconizados na Norma CETESB/P4.261, página 24. A Tabela 5.5-1 abaixo mostra os dados meteorológicos adotados.

Tabela 5.5-1 – Dados Meteorológicos Médios da Região

Variável Ambiental	Valor
Temperatura Média do Ar – Período Diurno	25,0°C
Temperatura Média do Ar – Período Noturno	20,0°C
Umidade Relativa do Ar – Período Diurno	80%
Umidade Relativa do Ar – Período Noturno	80%
Velocidade Média do Vento – Período Diurno	3,0 m/s
Velocidade Média do Vento – Período Noturno	2,0 m/s

De acordo com a Tabela 5.5-2 da Norma CETESB P4.261, foram selecionadas as categorias de estabilidade atmosférica “C” (moderadamente instável) para o período diurno, e “E” (levemente estável) para o período noturno.

Tabela 5.5-2 – Categorias de Estabilidade de Pasquill

Velocidade do Vento a 10 m (V em m/s)	Período Diurno			Período Noturno	
	Insolação			Nebulosidade	
	Forte	Moderada	Fraca	Parcialmente Encoberto	Encoberto
$V \leq 2$	A	A – B	B	F	F
$2 < V \leq 3$	A – B	B	C	E	F
$3 < V \leq 5$	B	B – C	C	D	E
$5 < V \leq 6$	C	C – D	D	D	D
$V > 6$	C	D	D	D	D

(*) Adaptado de Gifford, 1976.

A – extremamente instável; B – moderadamente instável; C – levemente instável; D – neutra; E – levemente estável; F – moderadamente estável.



5.5.3 Rugosidade da Região

De modo a tornar o estudo mais conservativo foi utilizado o parâmetro de rugosidade igual a 0,33 que refere-se à área urbana, o qual representa a pior situação encontrada nas ferrovias estudadas.

5.5.4 Tempos de Vazamentos

Em todas as hipóteses foi considerado um tempo de vazamento até que todo inventário de um vagão-tanque vazasse.

5.5.5 Modelo Matemático para Determinação dos Níveis de Interesse

Os níveis de interesse fornecidos ao Programa *PHAST*, para o cálculo das distâncias provenientes dos cenários acidentais de incêndio, foram obtidos através da aplicação dos modelos matemáticos para o cálculo da probabilidade de morte, denominados PROBIT (Pr).

O PROBIT estabelece uma relação entre o tempo de exposição e um determinado nível de radiação, sobrepressão ou concentração tóxica com a probabilidade de fatalidade.

A relação entre a probabilidade de morte e o PROBIT correspondente segue uma curva do tipo sigmóide. A Tabela 5.5-3 apresenta o valor de PROBIT em função da probabilidade de morte, em valores percentuais.

Tabela 5.5-3 – 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: AICHE , TNO



▪ Radiação Térmica

Para o cálculo da probabilidade de fatalidade para radiação térmica utilizou-se a equação extraída do AICHE; pág. 269, mostrada a seguir:

$$PR = -14,9 + 2,56 \ln (t \cdot Q^{4/3} \cdot 10^{-4})$$

Onde;

Pr é o PROBIT correspondente à probabilidade de morte;

t = duração da exposição (s); e

Q = fluxo de calor (W/m²).

De acordo com o TNO – *Purple Book*; pág. 5.12, o tempo de exposição máximo estabelecido é de 20 segundos, ou seja, assume-se que as pessoas podem escapar para um lugar seguro dentro de 20 segundos; isto deve ser entendido como um fator de proteção associado à fuga das pessoas quando expostas a radiações térmicas elevadas.

De acordo com a Tabela 5.5-3 os valores de Probit para 1, 50 e 99% de fatalidade são de 2,67, 5,00 e 7,33. Sendo assim, a Tabela 5.5-4 a seguir apresenta os valores de radiação térmica correspondentes à probabilidade de fatalidade.

Tabela 5.5-4 – PROBIT e Probabilidade de Fatalidade

Tempo de exposição (s)	PROBIT	Probabilidade de Fatalidade (%)	Radiação Térmica (kW/m ²)
20	7,33	99	71,2
20	5,00	50	36,0
20	2,67	1	18,3

Obs.: A relação entre PROBIT e probabilidade de fatalidade foi extraída de TNO – Purple Book, Pág. 5.2.

O nível de radiação de 3,0 kW/m² também foi utilizado, porém ressalta-se que esse nível não gera fatalidades, pois o valor de PROBIT a partir da equação de radiações térmicas é inferior a 2,67. Verifica-se que o percentual de fatalidade é inferior a 1%, todavia trata-se de valor de referência para o estabelecimento do Plano de Ação de Emergência.

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 1,0, ou seja, 100 % de probabilidade de fatalidade.

▪ 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 et al.* são as seguintes:

Efeitos sobre as estruturas:

$$\text{PROBIT} = -23,8 + 2,92 \ln P$$

Onde:

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

Efeitos sobre as pessoas fora das edificações ou estruturas:

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

Onde:

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

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 5.5-3, 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 5.5-5 apresenta alguns efeitos observados para diferentes níveis de sobrepressão decorrente de explosões.

Tabela 5.5-5 – Níveis de Sobrepressão e Efeitos Observados

Sobrepressão (bar)	Efeitos Observados
0,30	Danos graves em prédios, estruturas e equipamentos. Perigo à vida.
0,10	Danos reparáveis em prédios e estruturas. Perigo à saúde e 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: CETESB

Para as sobrepressões geradas em explosões foram adotados como referências os valores de 0,4 bar, 0,3 bar e 0,1 bar, que representam 99%, 50 % e 1 % de probabilidade de fatalidade, respectivamente. O valor de sobrepressão de 0,3 bar representa danos catastróficos às edificações e, portanto, possibilidade de fatalidade das pessoas existentes em seu interior; 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. O valor de sobrepressão de 0,05 bar também foi utilizado visando subsidiar a elaboração do Plano de Ação de Emergência, porém ressalta-se que esse valor não gera fatalidades.

5.5.6 Dados Operacionais

Os dados operacionais, utilizados nas simulações, de pressão, temperatura e diâmetro do furo estão apresentados na Tabela 5.5-6.

Tabela 5.5-6 – Dados Operacionais das Hipóteses Acidentais

Nº Hipótese	Descrição da Hipótese	Operação	Altura da Liberação (m)	Diâmetro do Furo	Pressão Manométrica (kgf/cm ²)	Temperatura (°C)
1	Ruptura Catastrófica do Vagão-Tanque.	Transporte de Etanol	1	100%	Atmosférica	25
2	Furo de 10 mm no costado do Vagão-Tanque			10 mm		
3	Ruptura Catastrófica do Vagão-Tanque.	Transporte de Gasolina	1	100%	Atmosférica	25
4	Furo de 10 mm no costado do Vagão-Tanque			10 mm		
7	Ruptura Catastrófica do Vagão-Tanque	Transporte de Óleo Diesel	1	100%	Atmosférica	25
8	Furo de 10 mm no costado do Vagão-Tanque			10 mm		

5.5.6.1 Considerações Utilizadas nos Modelos

Para o cálculo das sobrepressões geradas a partir da explosão da nuvem inflamável (UVCE), foi utilizado o modelo TNT do Programa *Phast* 6.53.1, modelo este que considera conservativamente uma explosão com grau de confinamento máximo (confinamento em todas as direções) e a equivalência de toda a massa do inventário utilizado em massa de TNT. A explosão da nuvem foi considerada no centro da nuvem inflamável (*Cloud Centroid*).

6. ANÁLISE HISTÓRICA DE ACIDENTES


A análise histórica dos acidentes em ferrovias é feita com o objetivo de definir as frequências de ocorrência dos tipos de vazamentos a serem estudados quantitativamente, a partir de fontes de consultas internacionalmente reconhecidas.

O tratamento estatístico dos dados coletados de diversas fontes de consulta corresponde a instalações congêneres e constituídas dos mesmos elementos básicos que compõem o empreendimento em estudo, ou seja, para ferrovias onde é realizado o transporte de líquidos inflamáveis.

Foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica em diferentes referências internacionais recentes, referentes a acidentes em ferrovias, conforme explanado na sequência.

6.1 Banco de Dados Consultados

6.1.1 Railroad Facts



O *Railroad Facts*, desenvolvido pela *Association of American Railroads*, é um relatório publicado anualmente com a colaboração de todas as operadoras dos Estados Unidos e Canadá. No relatório são feitos os levantamentos financeiros, de utilização e aumento da ferrovia, e de acidentes, desde 1980.

Nesse relatório foram analisados dados de ocorrências envolvendo ferrovias operadas pela *Canadian National Railway (CN)*, *Grand Trunk Corporalion*, *CSX Transportation*, *Norfolk Soulhern*, *BNSF Railway Co*, *Canadian Pacific Soo Une Railroad Co*, *Kansas City Soulhern Rallway Co* e *Union Pacific Railroad Co*, no período de 1980 a 2007.

Na Tabela 6.1-1 são apresentados os números de ocorrência de acidentes com sua respectiva tipologia (colisão e descarrilamento) e a figura 6.1-1 mostra a evolução dos acidentes no decorrer do tempo.

Tabela: 6.1-1 – Quantidade e Tipologia de Acidentes

Ano	Colisões	Descarrilamentos	Outros	Total
1980	1,67	8,98	0,78	11,43
1985	0,64	4,37	0,73	5,74
1990	0,52	3,52	0,69	4,73
1995	0,35	2,6	0,72	3,67
1996	0,31	2,71	0,63	3,64
1997	0,3	2,51	0,67	3,54
1998	0,25	2,57	0,95	3,77
1999	0,29	2,75	0,64	3,89
2000	0,33	2,92	0,88	4,13
2001	0,31	3,14	0,8	4,25
2002	0,26	2,73	0,76	3,76
2003	0,27	2,87	0,93	4,06
2004	0,31	3,16	0,92	4,39
2005	0,35	2,92	0,87	4,13
2006	0,25	2,69	0,73	3,66
2007	0,25	2,38	0,67	3,3

A frequência total de falhas para ferrovias no período 1980 a 2007 foi estabelecida em 2,80E-06 ocorrências/km-ano, conforme mostra o gráfico da Figura 6.1-1.

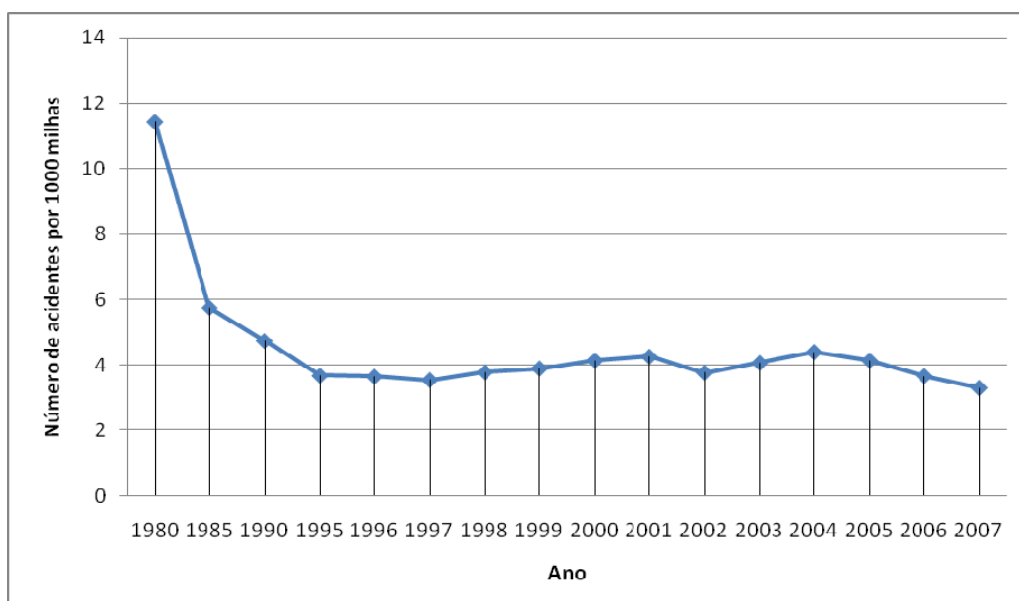


Figura 6.1-1 – Frequência Total Anual de Falhas em Ferrovias

6.1.2 MHIDAS

O MHIDAS - *Major Hazard Incident Data Service*, desenvolvido pelo HSE - *Health and Safety Executive* e SRD - *Systems Reliability Directorate*, é um banco de dados internacional mantido pelo AEA *Technology*, em nome do HSE do Reino Unido e em operação há mais de dez anos.

No MHIDAS as ocorrências registradas em nível mundial são classificadas em 14 campos, tais como data, lugar, produto, causa, danos e uma breve descrição da ocorrência. Este banco de dados é compilado a partir de fontes de informações de domínio público, tais como, *Lloyds Casualty Week*, *Hazardous Cargo Bulletin* e, para o Reino Unido, considerando também artigos publicados na imprensa nacional, regional e local.

Os registros compreendem incidentes envolvendo substâncias perigosas no transporte, armazenamento e processo, que apresentaram consequências ou potencial danoso às pessoas envolvidas no empreendimento, à comunidade e ao meio ambiente, incluindo incidentes em diversas atividades em um período de mais de trinta anos e incluindo incidentes anteriores que porventura foram documentados.

O HSE da Inglaterra forneceu registros simplificados que contém informações indicativas sobre:

- Local de ocorrência do incidente;
- Data da ocorrência;
- Produto químico envolvido (no caso, sempre gás natural ou metano);
- Resumo do incidente.

Foram identificados 134 registros desde janeiro de 1967 até janeiro de 2008, como se pode observar na Figura 6.1-2, relativos a acidentes envolvendo todo tipo substância, Tabela 6.1-2 e Figura 6.1-3.

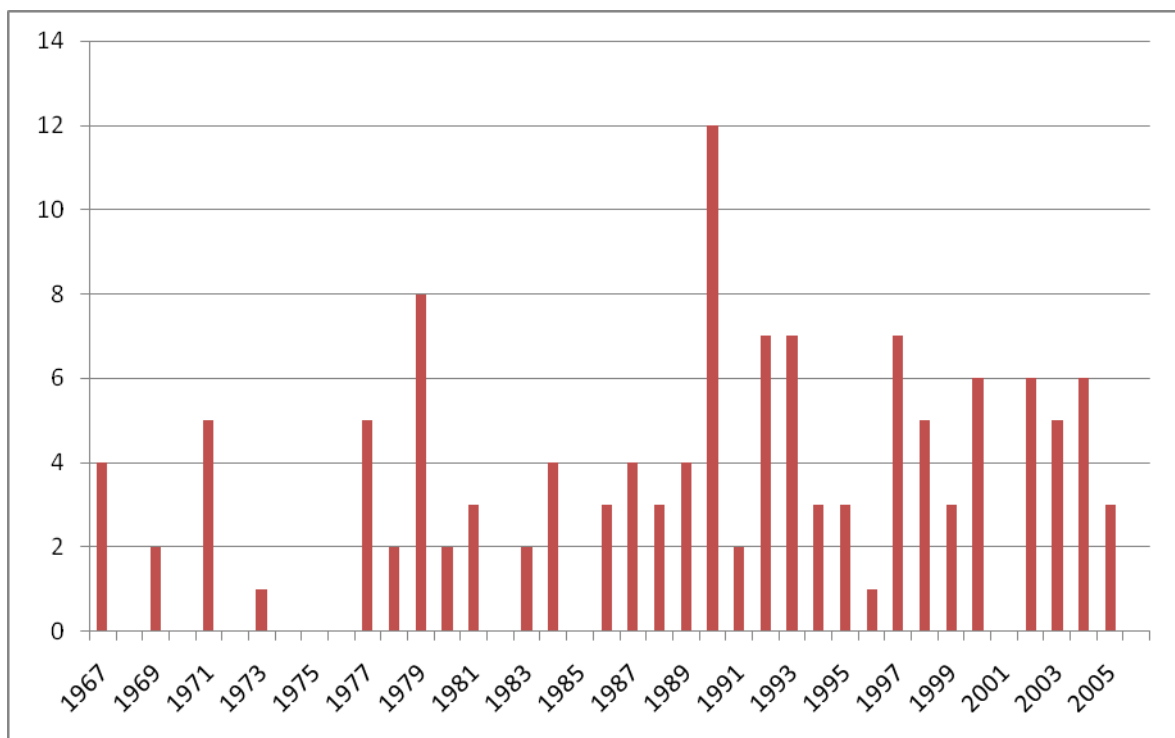


Figura 6.1-2 – Total Anual de Acidentes em Ferrovias

Tabela 6.1-2- Relação de Todos os Acidentes Levantados no MHIDAS

Substâncias	Numero de acidentes	Inflamável	Tóxico	Explosivo	Outros
Acido Acético	1	x			
Acetona	1	x			
Acetileno	3	x			
Acrilonitrila	1		x		
Álcool	1	x			
Amônia	6	x			
Nitrato de Amônio	3			x	
Munição	2			x	
Amônia	1	x	x		
Sais de Antraquinona	1				x
Combustível de Aviação	2	x			
Benzeno	1	x	x		
Fluoreto de Benzeno	1		x		
Arsênio Bicuprico	1		x		
Butano	1	x			
Acido Carboxílico	1	x			
Substancias químicas diversas	2				x
Cloro	2		x		
Petróleo	5	x			

Tabela 6.1-2- Relação de Todos os Acidentes Levantados no MHIDAS

Substâncias	Numero de acidentes	Inflamável	Tóxico	Explosivo	Outros
Diesel	8	x			
Dimetileter	1	x			
Dinamite	2			x	
Etanol	1	x			
Explosivos	3			x	
Poeira de Farinha	1				x
Formaldeído	3	x			
Óleo Combustível	1	x			
Gás	1	x			
Gasolina	8	x			
Óleo para Aquecimento	1	x			
Óleo Combustível Pesado	1	x			
Herbicidas	1		x		
Hexanos	1	x			
Acido Hidroclorídrico	2		x		
Hidrogênio	1	x			
Cloreto de Hidrogênio	1		x		
Querosene	3	x			
Rejeitos de Cobre e Chumbo	1				x
GLP	7	x			
Óleo Lubrificante	2	x			
Metanol	1	x			
Melaço	1				x
Nafta	1	x			
Gás Natural	3	x			
Acido Nítrico	1		x		
TCDD	1		x		
Óleo	6	x			
Parafina	1	x			
Pesticida	1		x		
Petróleo	8	x			
Produtos de Petróleo	1	x			
Cloreto de Potássio	1				x
Propano	2	x			
Propileno	1	x			
Resinas Diversas	1	x			
Hidróxido de Sódio	2		x		
Nitrato de Sódio	1			x	
Solventes Diversos	1	x			



Tabela 6.1-2- Relação de Todos os Acidentes Levantados no MHIDAS

Substâncias	Numero de acidentes	Inflamável	Tóxico	Explosivo	Outros
Amido	2				x
Monômero de Estireno	2	x			
Enxofre	1		x		
Acido Sulfúrico	3		x		
Tricloroetileno	1		x		
Hexafluoreto de Urânio	1		x		
Verniz	2	x			
Cloreto de Vinila	1	x			
Uísque	1				x

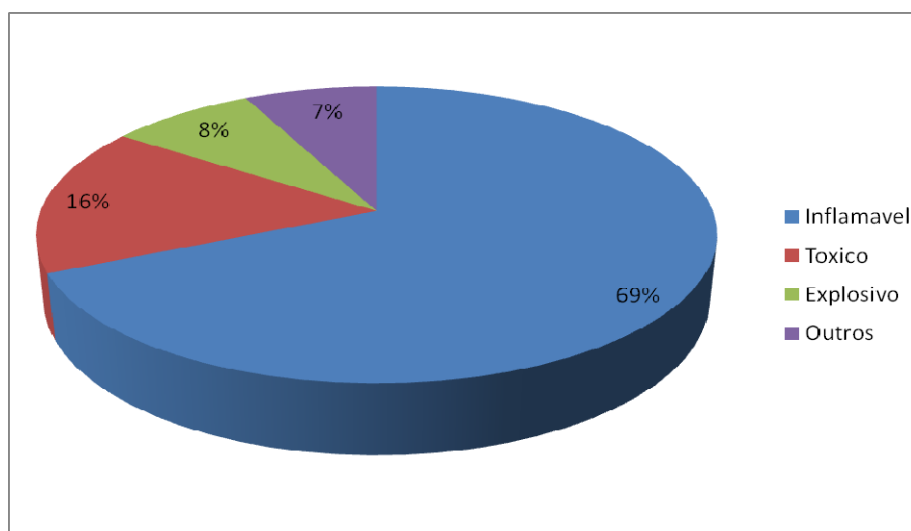


Figura 6.1-3 – Distribuição dos Produtos Envolvidos em Acidentes na Ferrovia

Analisando-se os registros, constatou-se que nesses dados não há informações que relacionam o número de acidentes com a distância percorrida pelos trens, não se aplicando desta forma, uma análise dos dados e respectivo tratamento estatístico.

6.1.3 TNO. CPR 18 E: “Purple Book”

Esse documento, escrito pelo Instituto Nacional de Saúde Pública e Meio Ambiente da Holanda (RIVM), a partir do Ministério dos Transportes, Trabalhos Públicos e Gerenciamento de Água da Holanda, contempla a metodologia para cálculo do risco de instalações fixas e transportes de materiais inflamáveis e tóxicos.

O banco de dados utilizado é o software IPORBM, que significa em holandês “Comitê Interestadual para Metodologia de Cálculo de Risco”. Este contém dados de acidentes

envolvendo instalações fixas e meios de transporte de substâncias tóxicas e inflamáveis. Este relatório abrange o período de janeiro de 1981 a dezembro de 2005, sendo esta a terceira revisão de estatísticas do banco de dados.

6.2 Conclusões da Análise Histórica

Os dados da primeira referência estudada não permitem resultados conclusivos sobre a frequência de ocorrência de acidentes, em ferrovias de transporte de produtos inflamáveis. No *Railroad Facts* obtêm-se somente uma relação entre número de acidentes e data da ocorrência, sem entrar no mérito da substância vazada.

Já no MHIDAS, como se trata de um banco de dados muito extenso, seus dados não podem ser relacionados com uma distância percorrida (ao longo de um determinado trecho) e, dessa forma, não é possível a construção da frequência.

Dessa forma, o CPR 18 E: *Guidelines for quantitative risk assessment: "Purple Book"* é a melhor bibliografia para a obtenção de frequências para utilização no trabalho, porque calcula um número de acidentes consistentes relacionados com o tipo de carregamento e com tipo de travessia como se pode observar na tabela 6.2-3:

**Tabela 6.2-3 - Fatores de Multiplicação para Ferrovias
(inventário até 100 kg)**

Situação Específica	Fator de Multiplicação
Se o trem trafega em velocidade maior 40 km/h	1,26
Se o trem trafega em velocidade menor 40 km/h	0,62
Sistema de parada automática	0,9
Sem cruzamentos e bifurcações (por quilômetro)	0,6
Com cruzamento e sem bifurcação (por quilômetro)	0,8
Com bifurcação e sem cruzamento (por quilômetro)	1,5
Com cruzamento e bifurcação (por quilômetro)	1,8
Com detector de caixa quente	0,8

Levando-se em consideração todos os acidentes do banco de dados IPORBM, apresentado na referência bibliográfica TNO, a frequência média é de 3,60E-08 oc.km/ano.

O cálculo da frequência final é feito multiplicando a frequência acima pelos fatores da tabela 6.2-3 em casos de vazamentos com inventário de até 100 kg, e na tabela 6.2-4 em vazamentos com inventários superiores a 100 kg.

**Tabela 6.2-4 - Probabilidade de Vazamento
(inventários superiores a 100 kg)**

Velocidade do Trem	Vagão Tanque Atmosférico	Vagão Tanque Pressurizado
Menor que 40 km/h	0,079	0,00079
Maior que 40 km/h	0,56	0,0028



7. RESULTADOS OBTIDOS

Na seqüência estão apresentados os resultados obtidos nas simulações realizadas com o *software PHAST* versão 6.54, da DNV-Technica.

No caso de vulnerabilidade ao homem, conforme já detalhado e de acordo com o definido pela Norma CETESB, são de interesse as distâncias atingidas para os níveis de radiação térmica igual a 18,3 kW/m² para 1% de fatalidade e 36,1 kW/m² para 50% e 71,2 kW/m² para 99% de fatalidade; e sobrepressão igual a 0,1 bar para 1% de fatalidade, 0,3 bar para 50% e 0,4 para 99% de fatalidade, além destas distâncias também são apresentados os valores 3 kW/m² e 0,05 bar, distância a ser considerada no Plano de Emergência.

Os relatórios das simulações das consequências encontram-se no Anexo V - Relatório de Consequências, cujos valores estão mostrados na Tabela 7.1-1.



Tabela 7.1-1 – Resultados das simulações para a ferrovia ALL – Trecho Alto Araguaia - Rondonópolis

Descrição	Flash Fire		Incêndio em Poça (kW/m ²)								Sobrepessão (bar)							
			Dia				Noite				Dia				Noite			
	Noite	Dia	3	18,3	36,1	71,2	3	18,3	36,1	71,2	0,05	0,1	0,3	0,4	0,05	0,1	0,3	0,4
1-Ruptura Catastrófica do Vagão-Tanque de Etanol	11,73	7,35	271,54	140,36	101,8	72,83	271,7	136,22	96,9	73	34,37	21,57	13,19	12,46	21,79	13,96	7,56	13,55
2-Furo de 10 mm no costado do Vagão-Tanque de Etanol.	0,86	0,78	14,67	6,07	3,76	-	14,7	5,83	3,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-Ruptura Catastrófica do Vagão-Tanque de Gasolina	65,83	56,77	206,1	75,18	-	-	198,25	76,74	-	-	110,17	83,8	71,29	70,15	110	77	52,66	49,21
4-Furo de 10 mm no costado do Vagão-Tanque de Gasolina	1,2	1,05	25,02	10,72	4,96	3,2	25,63	10,03	4,76	3,42	-	-	-	-	-	-	-	-
5-Ruptura Catastrófica do Vagão-Tanque de Óleo Diesel	16,01	14,05	202,6	78	-	-	192,81	-	77,85	-	36,5	25,34	16,21	14,77	35,08	23,85	14,65	13,2
6-Furo de 10 mm no costado do Vagão-Tanque de Óleo Diesel	1,19	1,05	26,8	11,68	5,35	3,84	26,2	10,63	5,04	3,89	-	-	-	-	-	-	-	-

8. CONCLUSÕES

Neste capítulo estão apresentadas as conclusões do Estudo de Análise de Riscos - EAR da América Latina Logística para o trecho Alto Araguaia - Rondonópolis, relativos à ALL Malha Norte no Estado do Mato Grosso.

A partir da aplicação da APP foram selecionados 6 perigos, considerando-se sempre situações acidentais relevantes, relacionadas com grandes liberações (ruptura) e pequenas liberações (furo), para as quais foram realizadas as simulações das consequências.

Nas simulações das consequências utilizou-se o programa PHAST - *Process Hazard Analysis Software Tools*, versão 6.54, onde os valores de referência utilizados foram:

- **Para incêndios de poça:** o fluxo de radiação térmica igual 18,3 kW/m², 36,1 kW/m² e 71,2 kW/m² correspondente, respectivamente a 1%, 50% e 99% de fatalidade e 3 kW/m² utilizado para o Plano de Ação de Emergência – PAE;
- **Para explosões de qualquer natureza:** Para as sobrepressões geradas em explosões, foram adotados como referência os valores de 0,4 bar, 0,3 bar e 0,1 bar, que representam 99%, 50 % e 1 % de probabilidade de fatalidade, respectivamente. O valor de sobrepressão de 0,3 bar representa danos catastróficos às edificações e, portanto, possibilidade de fatalidade das pessoas existentes em seu interior; 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. O valor de sobrepressão de 0,05 bar também foi utilizado visando subsidiar a elaboração do Plano de Ação de Emergência – PAE, porém ressalta-se que esse valor não gera fatalidades; e
- **Para nuvens de substâncias inflamáveis:** a concentração igual ao limite inferior de inflamabilidade da substância.

8.1 Resultados Obtidos

As considerações utilizadas ao longo deste trabalho garantem uma margem de segurança quando da tomada de decisão a respeito da tolerabilidade dos riscos da ALL Malha Norte – trecho Alto Araguaia - Rondonópolis. Tais considerações são apresentadas a seguir:

- Na etapa de estimativa de consequências, para o cálculo das sobrepressões geradas a partir da explosão da nuvem inflamável (UVCE), foi utilizado o modelo TNT do

Programa Phast 6.54, modelo este que considera conservativamente, uma explosão com grau de confinamento máximo (confinamento em todas as direções) e a equivalência de toda a massa do inventário utilizado em massa de TNT. Tal consideração resultou em distâncias mais conservativas para a tipologia acidental de explosão de nuvem de Etanol, Gasolina e Diesel;

- Tomando por base os resultados das simulações realizadas, pode-se observar que nas hipóteses 1 e 2 (transporte de Etanol) a maior distância foi de 140,36 metros, devido ao Incêndio em Poça 18,3 kW/m² durante o período diurno; já para o transporte de gasolina, hipóteses 3 e 4, a maior distância foi de 83,78 metros, devido a Sobrepressão 0,1 bar, durante o período diurno; para o óleo diesel, nas hipóteses 5 e 6 a maior distância foi de 78 metros, devido ao Incêndio em Poça 18,3 kW/m² durante o período diurno.



9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS (AIChE). Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. 2. Ed. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 1989.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). P.4.261 Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos. São Paulo, 2003.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Introdução à Análise, Avaliação e Gerenciamento de Riscos. Vol. 2. São Paulo, 2001.

DNV – Technica Ltd. PHAST – Process Hazard Analysis Software Tools. Version 6.53.1. London, 1998.

ITSEMAP ESPANHA SERVIÇOS TECNOLÓGICOS MAPFRE. QUANTO X. Madrid, 2004.

LEES, FRANK P. Loss Prevention in the Process Industries: hazard identification, assesment and control. 2. Ed. London: Butterworths-Heinemann, 1996.

MAJOR HAZARD INCIDENT DATA SERVICE (MHIDAS). Health and Safety Executive (HSE) e Systems Reliability Directorate (SRD). Reino Unido, 1998.

RAIL ROAD FACTS Class I Freight Railroad System in the Unites States. Estados Unidos, 2007.

TNO. CPR 16 E: Methods for the determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials. 1. Ed. Committee for Prevention of Disasters, 1992.

10. EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Geral

- **Ricardo Rodrigues Serpa**
Químico, Diretor Executivo.

Coordenação Técnica

- **Tiago do Monte Correia Novo**
Engenheiro Químico, Coordenador de Análise de Riscos

Elaboração

- **Rogério Páscoa**
Analista de Riscos
- **Nathália Gallinari**
Eng^a Ambiental - Analista de Risco
- **Tiago Kowalski**
Eng^o Químico
CREA: 5063034534-D

