

### **3. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E TOXICOLÓGICAS DOS PRODUTOS**

#### **3.1 Introdução**

No poliduto SEDA em específico, serão movimentados Álcool Anidro e eventualmente Gasolina Comum. As principais características e propriedades físicas, químicas e toxicológicas, dos produtos que serão movimentados no poliduto SEDA estão apresentadas nas Fichas de Informação de Segurança de Produtos (FISPQ's), constantes do Anexo VI e fornecidas pela PETROBRAS/TRANSPETRO.

#### **3.2 Etanol**

##### **3.2.1 Características Gerais**

O etanol, também conhecido como álcool etílico, é uma substância líquida à temperatura ambiente e inflamável. O álcool anidro é composto de uma porcentagem mínima de 99,3% (p/p) de etanol e máxima de 0,7% (p/p) de água.

##### **3.2.2 Propriedades Físico-químicas**

As propriedades físico-químicas do Álcool Anidro são abaixo descritas.

- Ponto de Fulgor: 13°C (vaso fechado);
- Ponto de fusão: -114°C;
- Temperatura de ebulição: 78,5°C a 760 mmHg;
- Temperatura de auto-ignição: 423°C;
- Densidade: 0,7915;
- Densidade de vapor: 1,59;
- Pressão de vapor: 5,9 Pa (44 mmHg) a 20°C;
- Limites de explosividade no ar: 19% (LSE) e 3,3% (LIE);
- Viscosidade: 1,22 cP a 20°C.

### **3.2.3 Propriedades Toxicológicas**

Os perigos dos álcoois 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.

### **3.2.4 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 (CO<sub>2</sub>).

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.



**Tabela 3.1 – Principais Características e Propriedades do Álcool Anidro**

<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	
NOME	ÁLCOOL ETÍLICO ANIDRO COMBUSTÍVEL
NOME QUÍMICO	ETANOL
SINÔNIMOS	ÁLCOOL ETÍLICO; ÁLCOOL ANIDRO; AEAC
CAS	64-17-5
Nº ONU	1170
CLASSE DE RISCO	3
<b>PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS</b>	
DENSIDADE	0,7915 (LÍQUIDO) – 1,59 (VAPOR)
TEMPERATURA DE EBULIÇÃO	78,5°C A 101,325 kPa
TEMPERATURA DE AUTO-IGNIÇÃO	423°C
PRESSÃO DE VAPOR	5,9 Pa a 20°C
PONTO DE FUSÃO	- 114 °C
VISCOSIDADE	1,22 Cp a 20°C
SOLUBILIDADE	SOLÚVEL EM ÁGUA E SOLVENTES ORGÂNICOS
<b>INFLAMABILIDADE</b>	
PONTO DE FULGOR	13 °C (VASO FECHADO)
LIMITE INFERIOR DE EXPLOSIVIDADE (LIE)	3,3%
LIMITE SUPERIOR DE EXPLOSIVIDADE (LSE)	19%
<b>TOXICIDADE</b>	
TLV/TWA	1000 ppm
<b>REATIVIDADE</b>	
SUBSTÂNCIAS INCOMPATÍVEIS	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

### **3.3 Gasolina**

#### **3.3.1 Características Gerais**

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 dispersar-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.

#### **3.3.2 Propriedades Físico-Químicas**

A gasolina é um líquido volátil, límpido, amarelado, combustível, inflamável, insolúvel em água, mas solúvel em solventes orgânicos. Suas principais propriedades físico-químicas são:

- Densidade: 0,75;
- Densidade do vapor: 4
- Ponto de Fulgor: < -43°C (vaso fechado);
- Pressão de Vapor: 0,60 kgf/cm<sup>2</sup> a 37,8°C;
- Temperatura de auto-ignição: 257 °C.

#### **3.3.3 Propriedades Toxicológicas**

Se inalada, os vapores de gasolina podem atuar como depressor do sistema nervoso central e podem ser irritantes. Baixas concentrações podem causar vermelhidão no rosto, tontura, dor de cabeça, náuseas e confusão mental. Altos níveis podem causar convulsões, inconsciência, coma, edema pulmonar e possibilidade de morte por asfixia.

Em casos de contato com a pele, pode causar ressecamento e irritação, podendo formar bolhas ou lesões. Certos indivíduos podem demonstrar hipersensibilidade. Em contato com os olhos pode causar ardência e dor, mas somente lesões temporárias.

A ingestão do produto pode causar irritação na boca, garganta e estômago, além de alterar o ritmo cardíaco, estimular e posteriormente reprimir o sistema nervoso central, provocando graves irritações pulmonares, dificuldade para falar, dificuldade para respirar, edema pulmonar com rápido progresso e possibilidade de broncopneumonia ou pneumonia retardada com graves conseqüências.

#### **3.3.4 Riscos ao Fogo**

Em caso de incêndio, o fogo deve ser extinto por meio de espuma para hidrocarbonetos, pó químico e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Quando do combate ao fogo a brigada de emergência deverá utilizar equipamentos de proteção individual.



**Tabela 3.2 – Principais Características e Propriedades da Gasolina**


<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	
NOME	Gasolina Padrão
SINÔNIMOS	Gasolina
CAS	---
Nº ONU	1203
CLASSE DE RISCO	3
NATUREZA QUÍMICA	Hidrocarbonetos
<b>PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS</b>	
DENSIDADE	0,75
PRESSÃO DE VAPOR	0,6 kgf/cm <sup>2</sup> a 37,8°C
SOLUBILIDADE	Insolúvel em água, solúvel em solventes orgânicos
TEMPERATURA DE AUTO-IGNIÇÃO	257°C
<b>INFLAMABILIDADE</b>	
PONTO DE FULGOR	< -43°C (vaso fechado)
<b>TOXICIDADE</b>	
DL <sub>50</sub> (NÉVOA DE ÓLEO – INALAÇÃO/INGESTÃO)	---
TLV/TWA	300 ppm
<b>REATIVIDADE</b>	
Pode reagir com materiais oxidantes fortes e oxigênio concentrado.	



### 3.4 Conclusão

A periculosidade da gasolina é maior em função das propriedades físico-químicas do produto em relação ao etanol, gerando, provavelmente, alcances maiores dos efeitos físicos. Por outro lado, o etanol será transportado por um tempo substancialmente maior que a gasolina, o que fazendo com que as tipologias acidentais do etanol tenham frequências bem maiores que as da gasolina.

Com base no conhecimento das propriedades físico-químicas da gasolina e do etanol, podemos concluir que a gasolina gerará maiores alcances para as tipologias acidentais possíveis de ocorrer, conforme pode ser visualizado nas Tabelas 6.13, 6.17, 6.21, 6.25, 6.29 e 6.33 – Resumo dos Resultados Obtidos nas Simulações do Capítulo 6 – Análise de Conseqüências e Vulnerabilidade do presente estudo.



Em contrapartida, a transferência no oleoduto com o produto gasolina está previsto de ocorrer com uma frequência extremamente rara, com um fator de operação previsto na ordem de 0,09%.

Devido a esses fatos e a fim de não perder o aspecto conservativo do estudo, conclui-se que ambos os produtos devem ser simulados.

### 3.5 Produtos Transportados nos Dutos que Compartilharão a Faixa com o SEDA

A Tabela 3.3 abaixo mostra os dutos que compartilharão a faixa com o SEDA e seus respectivos produtos transportados.

**Tabela 3.3 – Produtos transportados pelos dutos que compartilham faixa com o SEDA**

<b>Duto</b>	<b>Produto</b>
OSBRA	Gasolina
	Óleo Diesel
	Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)
	Querosene de Aviação (QAV)
Gasoduto Campinas-Rio de Janeiro (GASRIO)	Gás Natural
Gasoduto Paulínia – Jacutinga	Gás Natural
Gasoduto Rio-São Paulo (GASPAL)	Gás Natural

**Tabela 3.3 – Produtos transportados pelos dutos que compartilham faixa com o SEDA**

<b>Duto</b>	<b>Produto</b>
Oleoduto São Paulo-Rio de Janeiro (OSRIO)	Gasolina
	Óleo Diesel
	Nafta
	Álcool Etílico Anidro
Gasoduto Caraguatatuba-Taubaté (GASTAU)	Gás Natural

### 3.6 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.

#### 3.6.1. 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 NBR7148);
- Ponto de Fulgor: 30 -70 °C (método MB48);
- Viscosidade: 1,6 – 6,0 Cst a 40°C (método NBR-10441);
- Temperatura de decomposição: 400 °C.

#### 3.6.2 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 irritantes. Em contato com os olhos pode causar irritação com vermelhidão das conjuntivas.

#### 3.6.3 Riscos ao Fogo



Em caso de incêndio, o fogo deve ser extinto por meio de espuma para hidrocarbonetos, pó químico e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Quando do combate ao fogo a brigada de emergência deverá utilizar equipamentos de proteção individual.

**Tabela 3.4 – Principais Características e Propriedades do Óleo Diesel**

<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	
NOME	Óleo Diesel
SINÔNIMOS	Óleo Diesel tipo B
CAS	68334-30-5
Nº ONU	1203
CLASSE DE RISCO	3
NATUREZA QUÍMICA	Hidrocarbonetos
<b>PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS</b>	
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	1,6 – 6,0 cSt a 40°C (método NBR-10441)
<b>INFLAMABILIDADE</b>	
PONTO DE FULGOR	30 – 70°C (método NBR7148)
<b>TOXICIDADE</b>	
DL50 (NÉVOA DE ÓLEO – INALAÇÃO/INGESTÃO)	5g/kg
TLV/TWA	5 mg/m <sup>3</sup>
<b>REATIVIDADE</b>	
Pode reagir com hidrocarbonetos de menor e maior peso molecular e coque	



### 3.7.3 Riscos ao Fogo

Em caso de incêndio, o fogo deve ser extinto por meio de neblina d'água, pó químico e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Quando do combate ao fogo a brigada de emergência deverá utilizar equipamentos de proteção individual.

**Tabela 3.5 – Principais Características e Propriedades do GLP**

<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	
NOME	G. L. P.
SINÔNIMOS	Gás de cozinha, Gás Liquefeito de Petróleo
CAS	68476-85-7
Nº ONU	1075
CLASSE DE RISCO	2.1
NATUREZA QUÍMICA	Mistura de Hidrocarbonetos
<b>PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS</b>	
DENSIDADE	0,5 – 0,6
PESO MOLECULAR	---
PRESSÃO DE VAPOR	15 kgf/cm <sup>2</sup> (máximo) a 37,8°C
SOLUBILIDADE	Insolúvel em água, bastante solúvel em solventes orgânicos
TEMPERATURA DE AUTO-IGNIÇÃO	Butano: 405 °C / Propano: 466 °C
VISCOSIDADE	---
<b>INFLAMABILIDADE</b>	
PONTO DE FULGOR	---
<b>TOXICIDADE</b>	
DL50 (NÉVOA DE ÓLEO – INALAÇÃO/INGESTÃO)	---
TLV/TWA	1000 ppm (EUA, ACGIH) 19000 ppm (EUA, NIOSH)
<b>REATIVIDADE</b>	
Pode reagir com materiais oxidantes.	

### **3.8 Querosene de Aviação**

O Querosene de Aviação é um líquido moderadamente volátil, combustível, apropriado para aviões a turbina.

#### **3.8.1. Propriedades Físico-Químicas**

O Querosene de Aviação é um líquido inflamável, límpido, combustível, levemente solúvel em água, mas solúvel em solventes orgânicos. Suas principais propriedades físico-químicas são:

- Densidade: 0,804;
- Densidade de vapor: 4,5;
- Ponto de Fulgor : 40 °C (vaso fechado);
- Pressão de vapor: 1,4 Pa (10,5 mmHg) a 38 °C;
- Temperatura de auto-ignição: 238 °C.



#### **3.8.2 Propriedades Toxicológicas**

Se inalado, pode causar dor de cabeça, náuseas, tonteadas, alucinações visuais, embriaguez, podendo evoluir até a perda de consciência. Em casos de contato com a pele, pode causar irritação no local atingido. A ingestão do produto pode causar náusea, vômitos, diarreia e dores abdominais.

#### **3.8.3 Riscos ao Fogo**

Em caso de incêndio, o fogo deve ser extinto por meio de espuma para hidrocarbonetos, pó químico e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Quando do combate ao fogo a brigada de emergência deverá utilizar equipamentos de proteção individual.

**Tabela 3.6 – Principais Características e Propriedades do Querosene de Aviação**

<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	
NOME	Q. A. V.
SINÔNIMOS	QAV-1
CAS	---
Nº ONU	1863
CLASSE DE RISCO	3
NATUREZA QUÍMICA	Hidrocarbonetos
<b>PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS</b>	
DENSIDADE	0,804
PESO MOLECULAR	---
PRESSÃO DE VAPOR	1,4 Pa (10,5 mmHg) a 38°C
SOLUBILIDADE	Levemente solúvel em água (< 5), solúvel em solventes orgânicos
TEMPERATURA DE AUTO-IGNIÇÃO	238 °C
VISCOSIDADE	8,0 Cst a -20 °C (método ASTM-D445)
<b>INFLAMABILIDADE</b>	
PONTO DE FULGOR	40 °C (vaso fechado)
<b>TOXICIDADE</b>	
DL50 (NÉVOA DE ÓLEO – INALAÇÃO/INGESTÃO)	---
TLV/TWA	14 ppm (100 mg/m <sup>3</sup> )
<b>REATIVIDADE</b>	
Pode reagir com materiais oxidantes fortes.	



### 3.9 Gás Natural

O gás natural é constituído de mistura de hidrocarbonetos, com pequenas quantidades de outros compostos químicos que se encontram no estado gasoso ou em solução com o petróleo, em reservatórios naturais subterrâneos.

Os hidrocarbonetos presentes no gás natural são os compostos mais leves da série das parafinas (hidrocarbonetos saturados), tendo o metano ( $\text{CH}_4$ ) na sua maior proporção, associado ao etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), além de algumas substâncias inorgânicas, tais como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e o nitrogênio ( $\text{N}_2$ ). A mistura de hidrocarbonetos leves (metano e etano) constitui aproximadamente 96% do volume do gás natural.

A Tabela 3.7. mostra uma composição média do gás natural transportado nos gasodutos. Pode-se observar que o metano representa mais de 95% da composição molar do gás natural, dessa forma o metano foi utilizado como produto representativo.

**Tabela 3.7 – Composição do Gás Natural**

Componentes	% Molar
$\text{C}_1$	96,96
$\text{C}_2$	1,35
$\text{C}_3$	0,43
$\text{NC}_4$	0,04
$\text{IC}_4$	0,03
$\text{IC}_5$	0,01
$\text{NC}_5$	0,01
$\text{N}_2$	0,99
$\text{O}_2$	0,01
$\text{CO}_2$	0,17

Fonte: Memorial Descritivo Gasoduto Rio - São Paulo – Emissão Original.

As propriedades físico-químicas do gás natural são apresentadas na Tabela 3.8 a seguir.

**Tabela 3.8 - Propriedades Físico-Químicas do Gás Natural**

Propriedade	Condições de Referência	Unidade	Gás Natural
Densidade do vapor	20°C	-	0,60 - 081
Ponto de fusão	-	°C	- 182,6
Ponto de ebulição	a 760 mmHg	°C	-161,4
Temperatura de auto-ignição	1 atm	°C	482-632
Limite inferior inflamabilidade no ar	-	% vol.	6,5
Limite superior inflamabilidade no ar	-	% vol.	17

Fonte: Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – FISPQ.

A partir das informações da Tabela 3.7, observa-se que o metano representa mais de 90% da mistura. Pode-se concluir também que:

- A densidade do gás natural é bem menor que a do ar, facilitando sua dispersão, nos casos de vazamentos. Em ambientes internos, o gás natural não provoca acúmulos nas regiões inferiores, sendo a existência de orifícios superiores de ventilação e evacuação, suficientes para garantir sua dissipação.

- Ainda por sua densidade, o gás natural não provoca asfixia. A asfixia ocorre quando um gás qualquer ocupa o espaço do ar atmosférico na altura do ser humano, impedindo que este respire. Como o gás natural não acumula nas camadas inferiores e se dissipa rapidamente, não oferece risco de asfixia.

- Ponto de fulgor, bem abaixo da temperatura ambiente, indica que existe perigo de fogo quando exposto à chama. Entretanto, esse perigo é reduzido devido à estreita faixa entre os limites de inflamabilidade.

- Elevado ponto de auto-ignição indica que o gás natural não se inflama, mesmo sofrendo aquecimento a alta temperatura.

A Tabela 3.9 a seguir apresenta as propriedades toxicológicas dos principais componentes do gás natural.

**Tabela 3.9 - Propriedades Toxicológicas dos Componentes do Gás Natural**

<b>Propriedade</b>	<b>Metano</b>	<b>Etano</b>	<b>Propano</b>
Cor	Incolor	incolor	incolor
Odor	Inodoro	inodoro	inodoro
Toxicologia	asfixiante simples	asfixiante simples	asfixiante
<b>Exposição aguda</b>			
Efeito local	nenhum	nenhum	nenhum
Efeito sistêmico	Baixo	moderado	baixo
<b>Exposição Crônica</b>			
Efeito local	nenhum	nenhum	nenhum
Efeito sistêmico	Baixo	baixo	não detectado

Fonte: "Dangerous Properties of Industrial Material" (apud Engevix, 1993).

Considerando que o metano é o principal componente do gás natural, pode-se chegar à conclusão que as propriedades toxicológicas de ambos são equivalentes. Assim, o gás natural só oferecerá algum risco toxicológico quando houver exposição do ser humano a doses exageradamente elevadas. Nestas situações, ocorrem efeitos sistêmicos de baixo grau e nenhum efeito local.

Desta forma, pode-se concluir que o gás natural não apresenta risco toxicológico.






## 3.10 Nafta

### 3.10.1 Principais Propriedades Físico-Químicas

A nafta é uma fração do refino do Petróleo, cuja faixa de destilação varia entre 35°C e 200°C. Na indústria petroquímica, qualquer fração do petróleo com ponto de ebulição variando entre os referidos valores e que é usado com "carga" é denominada nafta. Trata-se de uma mistura de alcanos, cicloalcanos e de hidrocarbonetos aromáticos, em proporções que variam consideravelmente, dependendo do tipo de óleo do qual ela foi extraída.

Uma típica nafta "full range" (40°C - 240°C) contém compostos com número de átomos de carbono variando entre 4 e 12. De uma forma geral, pode-se dizer que a nafta é uma gasolina com um baixo índice de octanagem, possuindo portanto, propriedades físicas muito semelhantes às da gasolina.

 Apresenta-se como líquido volátil, claro, incolor e não fluorescente. As principais propriedades da nafta podem ser observadas na Tabela 3.4.

### 3.10.2 Propriedades Toxicológicas

Quanto à toxicidade, a ingestão pode causar sensação de queimadura, vômito, diarreia, sonolência e em casos graves, edema pulmonar. Causa irritação quando em contato com a pele ou com os olhos.

A inalação de vapores concentrados causa intoxicações similares às provocadas por álcool, dor de cabeça, náusea e até coma. Hemorragias em órgão vitais podem também ocorrer.

Inflamável quando exposta ao calor ou à chama, pode reagir com materiais oxidantes. Para a Nafta, encontra-se na literatura os valores de 10.000 ppm para o IDLH, 1,0% para o Limite Inferior de Explosividade e 6,0% para o Limite Superior de Explosividade.

### 3.10.3 Riscos ao Fogo

Para combate ao fogo recomenda-se espuma mecânica (tanque de armazenamento), vapor e neblina d'água (resfriamento), pó químico e CO<sub>2</sub>. Deve-se manter resfriamento com neblina d'água no equipamento exposto à chama, até bem após o fogo ter sido extinto.

Combater a favor dos ventos. Usar proteção respiratória e roupas especiais. Em caso de acidentes com vítimas, remover a mesma do local, deitar sobre o solo, retirar vestes contaminadas, lavar a vítima com água em abundância, avisar a um médico e realizar manobras de ressuscitação se necessário. Para proteção usar máscara autônoma, roupa impermeável e aproximar-se sempre a favor dos ventos.

**Tabela 3.10 – Principais Características e Propriedades da Nafta**

<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	
NOME	NAFTA PETROQUÍMICA
SINÔNIMOS	NAFTA, NAFTA PARA FERTILIZANTES, NAFTA PARA GERAÇÃO DE GÁS
CAS	8030-30-6
Nº ONU	1255
CLASSE DE RISCO	3
<b>PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS</b>	
DENSIDADE	0,717
TEMPERATURA DE AUTO-IGNIÇÃO	277°C
PRESSÃO DE VAPOR	---
SOLUBILIDADE	INSOLÚVEL EM ÁGUA E MISCÍVEL EM ÁLCOOL, BENZENO, CLOROFORMIO E ÉTER
<b>INFLAMABILIDADE</b>	
PONTO DE FULGOR	< -43 °C (VASO FECHADO)
LIMITE INFERIOR DE EXPLOSIVIDADE (LIE)	1,0 %
LIMITE SUPERIOR DE EXPLOSIVIDADE (LSE)	6,0 %
<b>TOXICIDADE</b>	
IDHL	10000 ppm
<b>REATIVIDADE</b>	
SUBSTÂNCIAS INCOMPATÍVEIS	AGENTES OXIDANTES