

## CAPÍTULO 6

### ESTUDOS DAS ALTERNATIVAS

#### 6.1. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Conforme apresentado nos capítulos iniciais deste estudo, a Comgás é atualmente abastecida de Gás proveniente de diversas fontes, as nacionais, Santos (GASAN) e Bacia de Campos (RJ) (GASPAL) e a internacional vinda da Bolívia (GASBOL). O projeto para o Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista tem como objetivo:

- Ampliar as possibilidades de importação deste insumo estratégico via transporte marítimo, como gás natural liquefeito (GNL),
- Ampliar as atuais fontes de abastecimento de gás natural para o Estado de São Paulo,
- Garantir confiabilidade ao sistema de distribuição já existente.

Como ora apresentado, o empreendimento é uma das melhores alternativas, sob o ponto de vista econômico e socioambiental, para recebimento de Gás Natural Liquefeito e suprimento da demanda de gás natural do Estado de São Paulo.

O empreendimento é composto por três principais estruturas: Terminal Offshore de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL), do Gasoduto Terrestre e Marítimo e do *City Gate*, tendo a análise das alternativas locais sido realizada de forma independente para cada uma delas.

Inicialmente, foram estudadas as alternativas locais para a instalação do terminal de GNL principalmente com base numa análise qualitativa de risco. Com a definição da localização desta primeira estrutura, foram estudados os potenciais traçados para os gasodutos.

Na análise de alternativas para o traçado do gasoduto, considerou-se uma localização provisória para o *City Gate*, próximo à Vila Light, de forma a considerar um cenário bastante conservador. Assim, foram analisadas inicialmente 5 alternativas de traçado para o gasoduto, considerando que este tivesse início no FSRU e terminasse no *City Gate* provisório.

Em paralelo, foram analisadas quatro alternativas locais para a implantação do *City Gate*, sendo que ao final das análises optou-se por uma localização cerca de 3 km mais próxima do FSRU do que a considerada provisoriamente na análise de alternativas para o gasoduto. Ou seja, o comprimento do gasoduto escolhido foi cerca de 3 km menor que as alternativas estudadas.

Após a definição do melhor traçado, em termos regionais, para o gasoduto e da melhor localização para o *City Gate*, o traçado foi ajustado e subdividido em trechos, e métodos construtivos (MD ou furo direcional) foram definidos de forma a minimizar as interferências em áreas protegidas.

A definição final de traçado é apresentada na Figura 6.1-1 a seguir, e a análise de alternativas para cada uma das estruturas, bem como a que chegou à alternativa escolhida com a composição das estruturas, é apresentada nos itens a seguir.

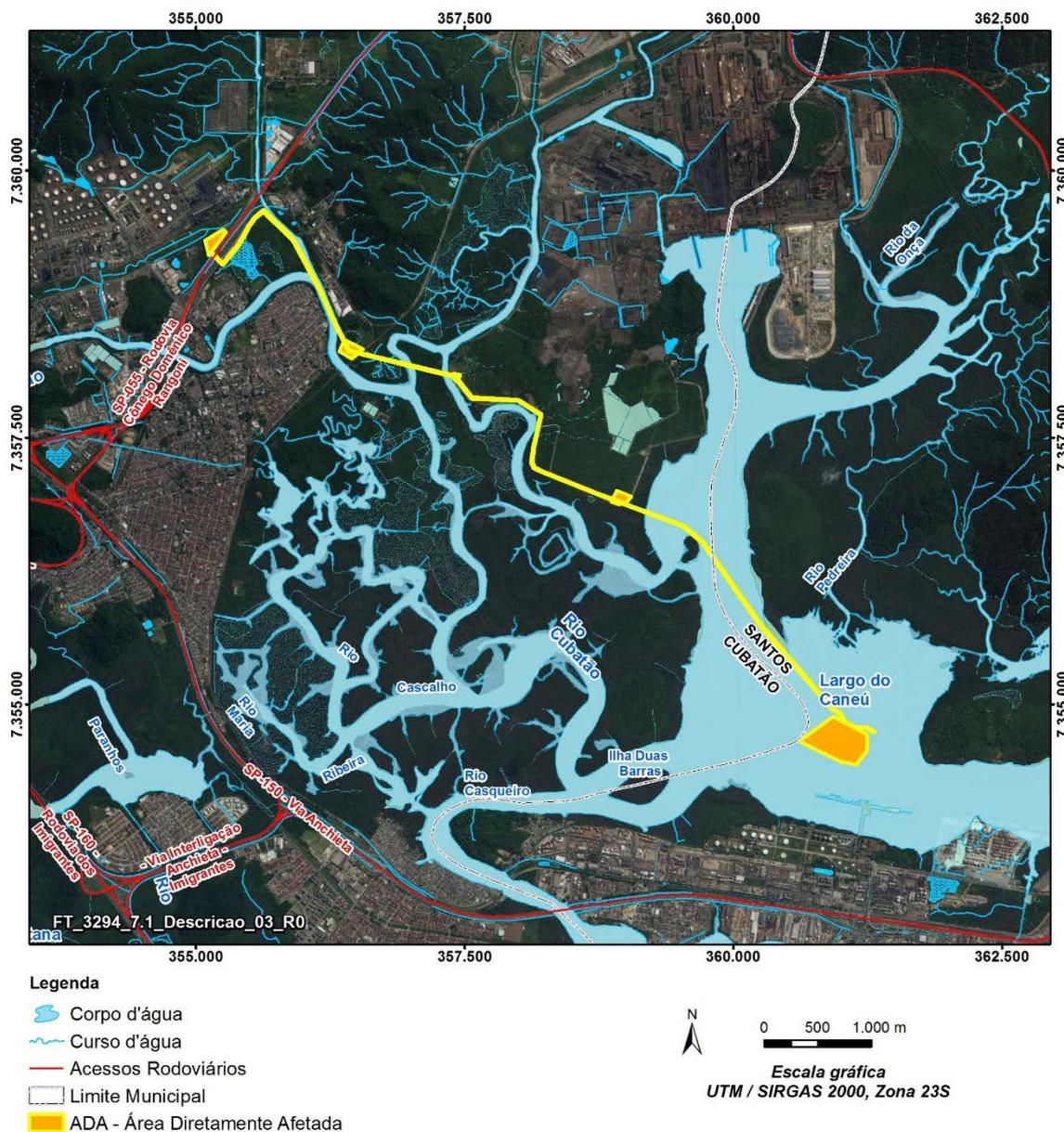


Figura 6.1-1. Localização das estruturas do empreendimento.

### 6.1.1. Localização do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL)

Inicialmente, foram buscadas potenciais localizações regionais para a implantação do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL), principalmente em áreas próximas ao seu mercado consumidor, como o estado do Rio de Janeiro, as cidades do Caraguatatuba, São Sebastião e Santos no estado de São Paulo.

Contudo, na medida em que um dos principais objetivos deste empreendimento é assegurar a garantia de suprimento e ampliar as possíveis fontes de abastecimento ao Estado de São Paulo, locais muito distantes, como o estado do Rio de Janeiro e as cidades do Caraguatatuba, São

Sebastião, foram inviabilizados devido à distância e a necessidade de grandes obras para trazer o gás até São Paulo.

Já o Porto de Santos, localizado no município de Santos, possui a infraestrutura portuária consolidada necessária para o projeto, além da proximidade ao mercado consumidor. Desta forma, devido à proximidade ao mercado consumidor e por já possuir infraestrutura portuária instalada na região, a implantação deste empreendimento no Porto de Santos seria a melhor alternativa ambiental, técnica e econômica.

A Tabela 6.1.1-1 resume as vantagens e desvantagens referentes à implantação do empreendimento no Porto de Santos e fora do mesmo.

Tabela 6.1.1-1: Vantagens e desvantagens da implantação do empreendimento no contexto regional.

Critérios	Dentro do Porto de Santos	Área nova fora do Porto de Santos
<b>Dragagem de aprofundamento na área do terminal offshore de recebimento de Gás Natural</b>	Será necessária a realização de dragagem de 1.980.000 m <sup>3</sup> para viabilizar a atracação do FSRU, o acesso e a manobrabilidade das embarcações, mas será utilizada bacia de evolução já implantada, sem necessidade de dragagem para esta estrutura.	Dependendo da área, pode ser necessária a realização de dragagem de grande escala para viabilizar a atracação do FSRU, o acesso e a manobrabilidade das embarcações.
<b>Implantação de estruturas do terminal offshore</b>	Será necessária apenas a construção de 4 <i>dolphins</i> de atracação, 4 <i>dolphins</i> de amarração, plataforma de descarregamento e passarela de acesso.	Seria necessário avaliar as estruturas disponíveis e a necessidade de construção de outras estruturas além dos <i>dolphins</i> , passarela e plataforma de descarregamento
<b>Instalação de gasodutos para envio de gás natural aos principais consumidores</b>	Será necessária a construção de gasodutos de pequena extensão devido à proximidade com a infraestrutura existente da própria COMGAS e disponibilidade de área para <i>City Gate</i> .	Seria necessária a construção de maiores extensões de gasodutos para levar o gás natural aos principais consumidores, obras de grande porte, implicando em maiores impactos sociais (desapropriações para a construção dos gasodutos) e ambientais (maior área de intervenção)
<b>Valor para implantação do projeto</b>	R\$ 354.000.000,00	maior
<b>Meio Ambiente</b>	Baixo impacto, pois será implantado em local com estrutura portuária consolidada, com canal de navegação adequado e demais estruturas.	Poderá impactar área ainda não alterada, caso o local não fosse um porto já existente.

Portanto, pelos motivos apresentados, foi desconsiderada a instalação do empreendimento fora do Porto de Santos, sendo a implantação do mesmo no Porto de Santos mais vantajosa ambiental, econômica e tecnicamente.

A partir da definição do Porto de Santos como a melhor área após avaliação regional, deu-se início a busca de potenciais áreas no estuário santista, dentro e fora do Porto Organizado de Santos, aptas a receber o empreendimento.

A avaliação das alternativas locais para a instalação do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL) considerou 06 áreas contidas no Porto de Santos, apresentadas na Figura 6.1.1-1.

Inicialmente, foi realizado o Hazid para as 6 (seis) alternativas para a instalação do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL) dentro do Porto de Santos. Este estudo foi conduzido pela empresa ABS Group em outubro de 2015 (ABS, 2015), e teve como objetivo, entre outros, desenvolver recomendações preliminares de risco visando auxiliar na tomada de decisão quanto a localização do terminal.

O HAZID foi baseado em informações preliminares, levantadas durante as reuniões realizadas com o empreendedor nos dias 1 e 5 de outubro de 2015, incluindo informações disponíveis sobre o Layout Preliminar do Terminal de GNL.

Ressalta-se que o estudo elaborado em 2015 foi baseado nas informações disponíveis na ocasião. No presente EIA foram utilizadas informações atualizadas do projeto, apresentados no Capítulo 7 (Caracterização do Empreendimento) e foram utilizadas no EAR para a estimativa e avaliação dos riscos apresentadas no Capítulo 11.

A seguir são apresentadas resumidamente as premissas, metodologia e resultados do estudo realizado pela ABS (ABS, 2015) utilizado para a análise de alternativas locais do terminal. Foi considerada uma análise conceitual das alternativas propostas para instalação do terminal, por meio do uso de uma matriz comparativa, a fim de auxiliar em fatores para a definição da localização do terminal.

Esta análise conceitual das alternativas propostas teve como escopo:

- O LNGC se aproximando do Terminal:  
Percurso percorrido, considerando tempo de exposição do LNGC na baía de Santos até seu ponto de atracação, considerações para colisão, encalhes, exposição por maior tempo a fatores climáticos e suportes de rebocadores.
- Proximidade com a População:  
Magnitude da consequência ao redor do terminal
- Ângulo de aproximação de outras embarcações de grande porte com referência à disposição proposta das embarcações atracadas nos terminais:

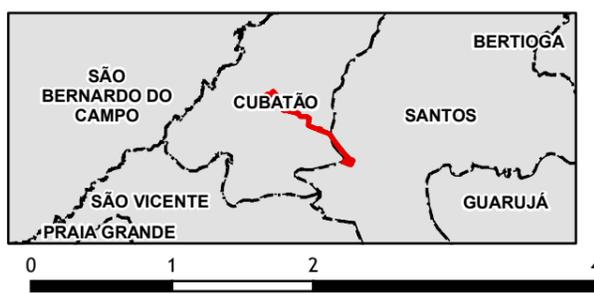
Perigos de colisão de grandes embarcações que devem manobrar em grandes ângulos para sair da direção do LNGC/FSRU atracado

- Tráfego de embarcações na área que podem contribuir como fonte de ignição:  
Perigos de colisão de grandes embarcações que devem manobrar em grandes ângulos para sair da direção do LNGC/FSRU atracado
- Exposição do FSRU a passagens de balsas:  
Perigo de colisão com potencial de atingir inúmeras pessoas
- Exposição do LNGC a passagem de balsas:  
Perigo de colisão com potencial de atingir inúmeras pessoas
- Existência de outras atividades além da operação com GNL/GN nos terminais propostos:  
Dificuldade para mudança de cultura para um terminal existente adaptado para receber operações de GNL quando comparado a um recém-construído.
- Emergência/evacuação da tripulação a bordo: se através do mar ou da terra:  
Tempo necessário para evacuação, ou seja, exposição da tripulação em uma emergência.
- Dificuldade de manobras para aproximação e posicionamento do LNGC (se existe um espaço maior que 500 metros):  
Raio disponível para manobra de atracação e partida do LNGC

A Tabela 6.1.1-2 apresenta a influência de cada um dos itens acima em cada uma das alternativas.



- Legenda**
- Curso d'água
  - Corpo d'água
  - Limite Municipal
  - Alternativas Locacionais (Terminal)



0 1 2 4 Km

Escala gráfica  
Escala numérica 1:50.000  
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K  
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008

<b>EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>					
Projeto		<b>Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A</b>			
Mapa		<b>ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA O TERMINAL</b>			
Município (s)		<b>Santos, SP</b>		UGRHI	<b>07 - Baixada Santista</b>
				Tipo	<b>Licença Prévia</b>
Desenho	<b>3294_6.1_Alternativas_01_R1</b>	Escala	<b>1:50.000</b>	Tamanho	<b>A3</b>
		Versão	<b>R1</b>	Responsável Técnico pela Cartografia	
			<b>16/abr/2018</b>	<b>Joseane Urgnani</b> joseane.urgnani@tetrattech.com	

Tabela 6.1.1-2: Comparação entre as 6 (seis) alternativas para a implantação do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL) dentro do Porto de Santos (ABS, 2015).

Preocupações	Alternativa 1 Ferrovia	Alternativa 2 Emraport	Alternativa 3 Ageo	Alternativa 4 Triunfo	Alternativa 5 BTP	Alternativa 6 Caneú
População próxima (ex: dentro dos 500 metros) fixa residencial?	Proximidade com a Vila Militar	Proximidade apenas com o complexo industrial	Proximidade apenas com o complexo industrial	Proximidade apenas com o complexo industrial	Proximidade com população fixa e com quem acessa o Porto	Sem proximidade com população fixa
Passagem/tráfego de navios de grande porte (100 metros das extremidades)	Esta opção estará exposta a rota dos navios que entram e saem do Porto.	Esta opção estará exposta a rota dos navios que entram e saem do Porto.	Esta opção estará exposta a rota dos navios que entram e saem do Porto.	Esta opção estará exposta a rota dos navios que entram e saem do Porto.	Esta opção estará exposta apenas aos navios do Terminal de Alemoa	Esta opção estará exposta a rota dos navios que vão para COSIPA e manobram no Terminal de Alemoa
Ângulo de aproximação de navios de grande porte (container ship, balsa DERSA)	Esta opção sempre estará exposta a ângulo de aproximação de navios	Esta opção não é afetada por ângulo de aproximação de navios	Esta opção não é afetada por ângulo de aproximação de navios	Esta opção sempre estará exposta a ângulo de aproximação de navios	Esta opção sempre estará exposta a ângulo de aproximação de navios	Esta opção não é afetada por ângulo de aproximação de navios
Tráfego de embarcações no local (independentemente do tamanho, contribuição para ignição) pequeno e grande porte	Esta opção é afetada o tempo todo por tráfego de outras embarcações	Esta opção é afetada o tempo todo por tráfego de outras embarcações	Esta opção é afetada o tempo todo por tráfego de outras embarcações	Esta opção é parcialmente afetada o tempo todo por tráfego de outras embarcações	Esta opção só é afetada pelo tráfego local de Alemoa	Esta opção é parcialmente afetada o tempo todo por tráfego de outras embarcações
Exposição do FSRU a passagem de balsas? (Sim/Não)	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Exposição do LNGC a passagem de balsas? (Sim/Não) - moored	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não

Preocupações	Alternativa 1 Ferrovia	Alternativa 2 Embraport	Alternativa 3 Ageo	Alternativa 4 Triunfo	Alternativa 5 BTP	Alternativa 6 Caneú
Existem outras operações além de Transferência de GNL? (Sim/Não) (mudança de cultura?)	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Proximidade com unidades/atividades industriais adjacentes	Esta opção é afetada pelas atividades de carregamento de containeres, aeroporto e ferrovia	Esta opção é afetada pelas atividades de carregamento de containeres.	Esta opção é afetada pelas atividades de carregamento de containeres.	Esta opção é afetada pelas atividades do Terminal da Vopak	Esta opção é afetada pelas atividades da rodovia, terminal de Alemoa e carregamento de containeres	Esta opção não é afetada diretamente por atividades industriais
Tempo para evacuar numa situação de emergência	Alto considerando que a única opção é por mar (baleeira)	Médio considerando que há opção por terra e opção é por mar	Médio considerando que há opção por terra e opção é por mar	Médio considerando que há opção por terra e opção é por mar	Médio considerando que há opção por terra e opção é por mar	Alto considerando que a única opção é por mar (baleeira)
Dificuldade Manobra para aproximação (500m raio)?	Não pois há espaço para manobra	Não pois há espaço para manobra	Não pois há espaço para manobra	Não pois há espaço para manobra	Sim, a área de manobra é confinada	Não pois há espaço para manobra

**Cr terios de Classifica o da Matriz:**

Ap s a elabora o da matriz comparativa entre as 6 (seis) alternativas, foram atribu dos para cada aspecto analisado os seguintes valores para as classes Alto, M dio e Baixo: 3, 2 e 1 respectivamente. Ou seja, a nota 3 era dada quando o aspecto tinha maior influ ncia/impacto sobre determinada alternativa, e quanto menos influ ncia/impacto houvesse, o valor adotado era menor do que 3.

Ao terminar a classifica o sobre o quanto esta preocupa o impactava determinada alternativa, foram adotados pesos sobre as preocupa es, com valores de 1 a 3.

O crit rio estabelecido para adotar pesos  s preocupa es foi determinado caso a preocupa o fosse causa raiz de um acidente, neste caso o peso adotado era m ximo (pontua o 3). J , se a preocupa o fosse o resultado de um acidente, ou seja, uma consequ ncia, o peso adotado era menor do que 3. Em seguida, foi realizada a multiplica o por cruzamentos e a soma final por alternativas, o resultado de menor valor, seria a melhor alternativa. A matriz de resultado   apresentada na Tabela 6.1.1-3.

Tabela 6.1.1-3: Comparação entre as Alternativas (Alto (3), Médio (2), Baixo (1)) (ABS, 2015)

Preocupações (Peso)	Alternativa 1 Ferrovia	Alternativa 2 Embraport	Alternativa 3 Ageo	Alternativa 4 Triunfo	Alternativa 5 BTP	Alternativa 6 Caneú
População próxima (ex: dentro dos 500 metros) fixa residencial? (1)	Médio (2)	Médio (2)	Médio (2)	Médio (2)	Alto (3)	Baixo (1)
Passagem/tráfego de navios de grande porte (100 metros das extremidades) (3)	Alto (9)	Alto (9)	Alto (9)	Alto (9)	Baixo (3)	Médio (6)
Ângulo de aproximação de navios de grande porte (container ship, balsa DERSA) (3)	Alto (9)	Baixo (3)	Baixo (3)	Alto (9)	Alto (9)	Baixo (3)
Tráfego de embarcações no local (independentemente do tamanho, contribuição para ignição) pequeno e grande porte (2)	Alta (6)	Alta (6)	Alta (6)	Médio (4)	Baixo (2)	Médio (4)
Exposição do FSRU a passagem de balsas? (Sim/Não) (1)	Sim (1)	Sim (1)	Sim (1)	Não (0)	Não (0)	Não (0)
Exposição do LNGC a passagem de balsas? (Sim/Não) - moored (1)	Sim (1)	Sim (1)	Sim (1)	Não (0)	Não (0)	Não (0)
Existem outras operações além de Transferência de GNL? (Sim/Não) (mudança de cultura?) (2)	Não (0)	Sim (1)	Sim (1)	Sim (1)	Sim (1)	Não (0)
Proximidade com unidades/atividades industriais adjacentes (2)	Alto (6)	Alto (6)	Alto (6)	Médio (4)	Alto (6)	Baixo (2)

Preocupações (Peso)	Alternativa 1 Ferrovia	Alternativa 2 Embraport	Alternativa 3 Ageo	Alternativa 4 Triunfo	Alternativa 5 BTP	Alternativa 6 Caneú
Tempo para evacuar numa situação de emergência (2)	Alto (6)	Médio (4)	Médio (4)	Médio (4)	Médio (4)	Alto (6)
Dificuldade Manobra para aproximação (500m raio)?	Não (0)	Não (0)	Não (0)	Não (0)	Sim (1)	Não (0)
Pontuação Total por Alternativa <b>Quanto menor o valor, mais interessante é a alternativa</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>22</b>

- Comparação entre as alternativas

Com base nos aspectos levantados e nos resultados apontados nas matrizes, é possível observar que a alternativa 6 – Canéu é a alternativa mais interessante para a implantação do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL) dentro do Porto de Santos, sob o aspecto da análise qualitativa de risco realizada, uma vez que apresentou menor pontuação em comparação às demais.

#### 6.1.1.1. Alternativa de maior viabilidade

Para a avaliação da viabilidade técnica de navegabilidade da alternativa 6 – Caneú, apontada como a mais interessante para a implantação do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL) dentro do Porto de Santos, foram consideradas as seguintes diretrizes.

- Eficiência da operação (diminuição do tempo de navegação);
- Salvaguarda da vida humana;
- Preservação do ambiente;
- Redução da interferência em outros terminais (atuais e futuros);
- Dimensionamento indicado por recomendações internacionais;
- Otimização do layout de acordo com as forças ambientais (correntes e vento);
- Segurança para operação;
- Volume de dragagem para implementação; e
- Tempo de navegação.

Para o dimensionamento das vias navegáveis foram utilizadas as diretrizes da PIANC (2014) para projetos em fase conceitual. Já para o dimensionamento do canal de navegação foi considerado o navio de projeto uma FSRU (*Floating Storage Regasification Unit*). A Tabela 6.1.1.1-1 apresenta as dimensões do navio.

Tabela 6.1.1.1-1: Dimensões do navio projeto.

Áreas do navio	Dimensões (m)
Loa (Comprimento)	294,5
Boca	46,4
Calado (Summer Draft)	12,5

Foram determinados também os valores da largura do canal em trecho reto (157,76 m), raio de giro (1.178 m), largura adicional em curvas (55,68 m), diâmetro da bacia de evolução quando pertinente (589 m) e a profundidade necessária (13,75 m).

Uma vez determinadas as dimensões das vias navegáveis, foram encontradas as melhores posições para alocação do terminal de forma a otimizar os volumes de dragagem, atenuação dos fatores ambientais e dificuldade da manobra para avaliação da Alternativa 06 - Largo do Caneú.

Além do dimensionamento das vias navegáveis, conforme supracitado, também foi considerado a futura instalação dos terminais na ilha de Bagres e a batimetria atual do canal de navegação. Por se tratar de um terminal adjacente ao canal de navegação, manteve-se a distância de segurança de 4B (185,6 m) entre o casco do navio e o limite do canal. O alinhamento do píer foi definido de forma a permitir que as correntes da região sejam longitudinais às embarcações atracadas, gerando esforços de amarração menores.

O dimensionamento de via navegável para a Alternativa 06 - Largo do Caneú é apresentada na Figura 6.1.1.1-1, a seguir.

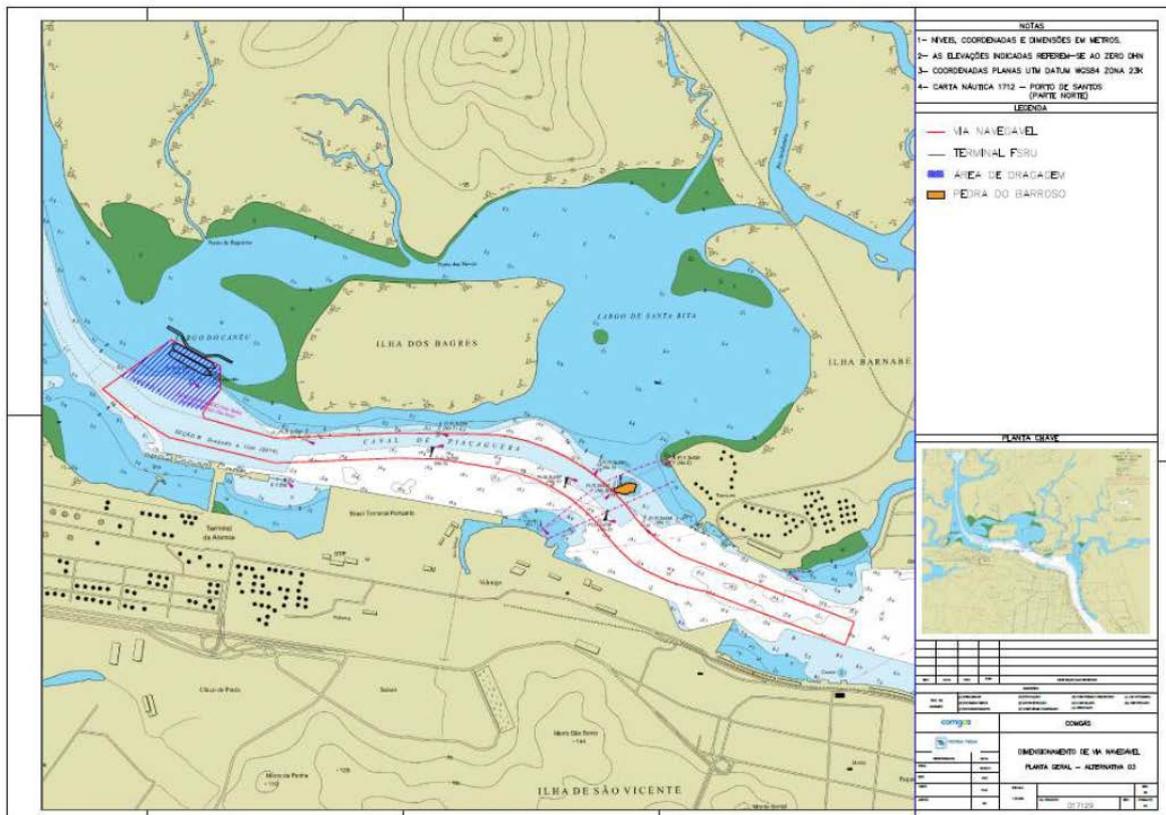


Figura 6.1.1.1-1. Dimensionamento do canal e locação da Alternativa 06 - Largo do Caneú (alternativa escolhida para a implantação do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL)).

Por se tratar de um terminal alinhado ao canal de navegação, a bacia de evolução para essa alternativa foi suprimida. Neste caso não é recomendado criar uma bacia de evolução no meio do canal de navegação, uma vez que esta geraria atrasos em outras embarcações.

Portanto, recomenda-se a utilização da bacia de evolução já existente do Terminal de Contêineres da Brasil Terminais Portuários - BTP para as operações de evolução dos navios de transporte de GNL.

Dessa maneira, para a implantação da alternativa escolhida, recomenda-se o uso de rebocadores para aproximação da embarcação e atracação, bem como auxílio dos mesmos para a desatracação e giro de 180° para manobra de saída. O volume de dragagem estimado para a implantação dessa alternativa é de aproximadamente 1.980.000 m<sup>3</sup>, correspondendo a uma área total de 164.330 m<sup>2</sup>. Foi considerada apenas o volume necessário para a adequação da bacia de evolução, área de aproximação dos berços e para os berços. O volume referente ao canal de acesso não foi estimado pois foi considerado que essa dragagem está sob jurisdição da CODESP.

Devido ao espaço de manobra restrito, a ausência de bacia de evolução e a existência de terminais nas adjacências recomenda-se a realização de estudos/simulações da viabilidade da execução das manobras de aproximação, atracação e desatracação. Bem como estudos para quantificar as especificações dos rebocadores (quantidade, tipo, potência) necessários para a execução das manobras.

### 6.1.2. Localização do Gasoduto Terrestre e Marítimo

O gasoduto interligará o Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL) às instalações da Concessionária em ponto de transferência denominado *City Gate*, onde será feita a odoração do Gás Natural. As alternativas locais para a implantação do *City Gate*, são apresentadas no item 6.1.3. Entretanto, para o delineamento das alternativas dos traçados do gasoduto, optou-se por adotar a localização provisória do *City Gate* próxima à Rodovia Anchieta, na altura da Vila Light em Cubatão. Esta alternativa foi escolhida provisoriamente durante a análise do traçado, tendo sido, contudo, substituída por outra alternativa, mais próxima à rodovia Cônego Domencio Rangoni.

A definição do traçado do gasoduto considerou os aspectos ambientais na região da Baixada Santista, com foco no Porto de Santos, as quais foram avaliadas a partir da identificação e mapeamento de restrições legais e ambientais e da presença de empreendimentos na área de estudo que compreende a região entre os municípios de Santos e Cubatão. Também foi realizada uma análise preliminar do risco social e individual para os traçados estudados.

As alternativas locais para o traçado do gasoduto foram comparadas, visando o menor impacto ao meio ambiente e o menor risco social e individual.

Os principais critérios utilizados para a análise comparativa das áreas-alvo foram:

1. Compatibilidade com o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) da Baixada Santista
2. Compatibilidade com os Zoneamentos Municipais (Planos Diretores de Santos e Cubatão)
3. Restrições ambientais legais, incluindo análise dos aspectos geológicos, de recursos hídricos e das Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação (UCs)
4. Compatibilidade com as restrições e estruturas mapeadas nas cartas náuticas – DHN e/ou infraestruturas regionais
5. Sobreposição com Poligonais de Mineração junto ao DNPM
6. Análise prévia de risco

Na sequência, são apresentados os estudos das 05 alternativas locais analisadas para o Gasoduto considerando os trechos terrestre e marítimo, para o escoamento do gás natural do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL) dentro do Porto de Santos até o ponto de transferência denominado *City Gate*

#### 6.1.2.1. Alternativas Locacionais para o Gasoduto

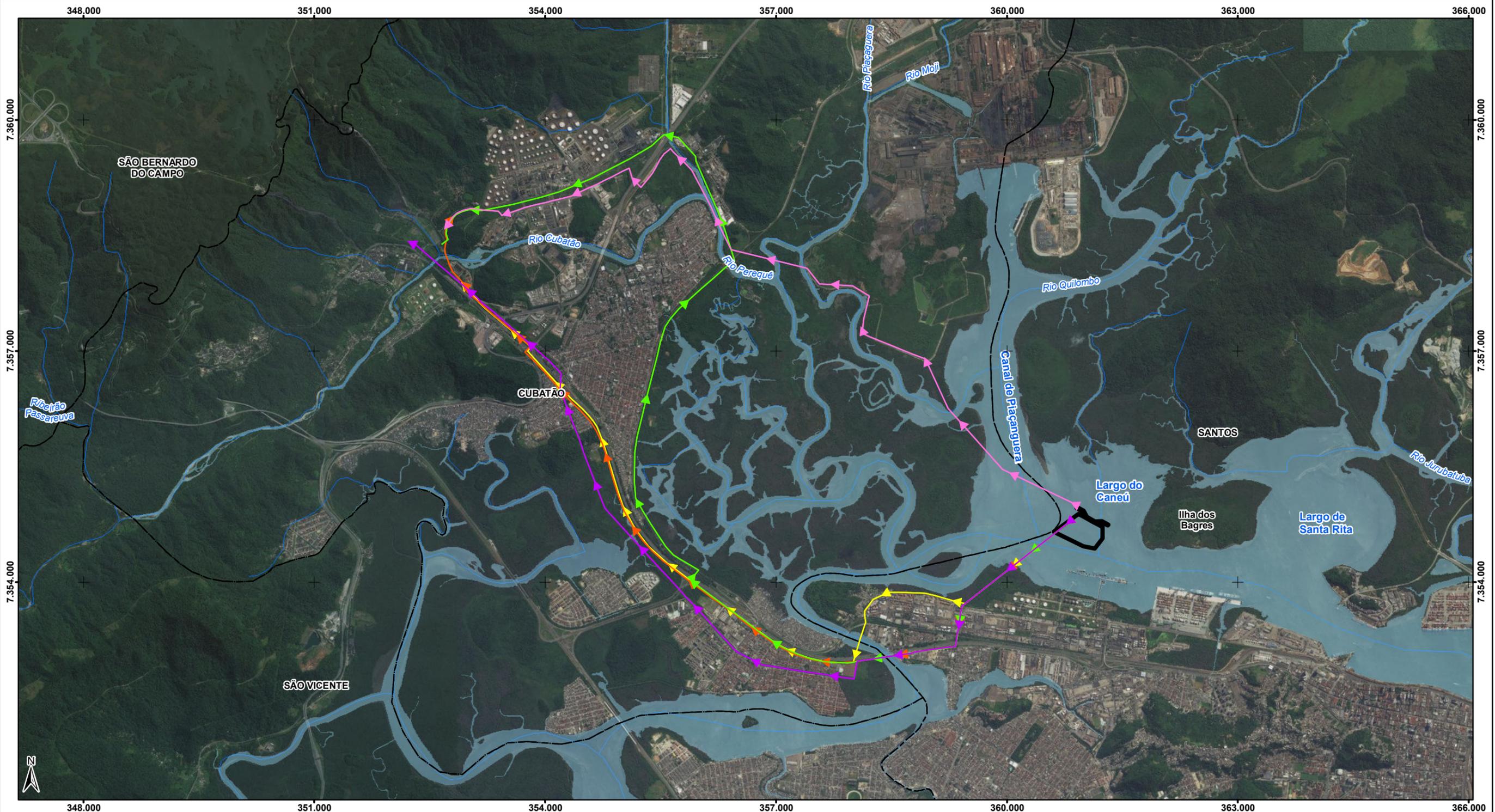
As alternativas locais consideradas para o traçado do gasoduto contemplaram 05 traçados de gasodutos para escoamento do gás, considerando uma alternativa locacional para o FSRU (início do gasoduto) e uma alternativa locacional para o *City Gate* (final do gasoduto), compreendendo assim cinco (05) alternativas, a saber:

- **Alternativa C1** - apresenta trecho marítimo no canal do Porto de Santos e trecho terrestre atravessando área da SPU e seguindo pela faixa de servidão da Sabesp, passando por aglomerados urbanos; como exemplo a Vila dos Criadores. Nesta alternativa, o gasoduto apresenta 11,4 Km de extensão;
- **Alternativa C2** - apresenta trecho marítimo no canal do Porto de Santos e trecho terrestre atravessando o Terminal da Alemoa pela Rua: Benildo Gardiano de Carvalho, com o intuito de evitar o paralelismo aos dos dutos da Transpetro nesta região; seguindo pela faixa de servidão da Sabesp, paralela à Avenida Anchieta, passando pelas proximidades de aglomerados urbanos; como exemplo a Vila dos Pescadores e Vila Costa Muniz. Nesta alternativa, o gasoduto apresenta 12,2 Km de extensão;
- **Alternativa C3** - apresenta trecho marítimo no canal do Porto de Santos e trecho terrestre atravessando o Terminal da Alemoa pela Rua: Benildo Gardiano de Carvalho, conforme alternativa C2. Seguindo pela faixa de servidão da CPFL, atravessando a Rodovia Anchieta e passando por aglomerados urbanos; exemplo Jardim Casqueiro e Parque São Luís; e

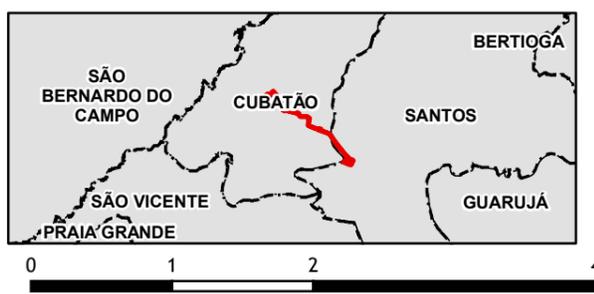
também por Unidades de Conservação como o Parque Cotia Pará. Nesta alternativa, o gasoduto apresenta 12,5 Km de extensão;

- **Alternativa C4** - apresenta trecho marítimo no canal do Porto de Santos e trecho terrestre atravessando o Terminal da Alemoa; seguindo pela faixa de servidão da Sabesp, paralela à Avenida Anchieta até o trecho de interligação Anchieta-Imigrantes, onde passa a acompanhar a malha ferroviária, contornando a área residencial de Cubatão seguindo até a faixa de servidão da CPFL. Nesta alternativa, o gasoduto apresenta 16,5 Km de extensão;
- **Alternativa C5** - apresenta trecho marítimo percorrendo o canal de Piaçaguera, Dique do Furadinho (Usiminas) e em partes o Rio Mogi e Cubatão, e trecho terrestre atravessando a Rodovia Cônego Domênico Rangoni, seguindo pela faixa de servidão da CPFL paralela a Refinaria Presidente Bernardes (RPBC). Este traçado foi estudado com o intuito de evitar tanto o paralelismo e o entroncamento aos dutos da Transpetro, e proximidades aos aglomerados urbanos nos trechos observados nas demais alternativas. Nesta alternativa, o gasoduto apresenta 11,3 Km de extensão;

A Figura 6.1.2.1-1 apresenta as cinco alternativas descritas acima.



- Legenda**
- Curso d'água
  - Corpo d'água
  - Limite Municipal
  - Terminal
  - Alternativa C1
  - Alternativa C2
  - Alternativa C3
  - Alternativa C4
  - Alternativa C5



Escala gráfica  
 Escala numérica 1:50.000  
 Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
 Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K  
 Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008

<b>EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>					
<b>Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A</b>					
<b>Mapa</b>					
<b>ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA O GASODUTO</b>					
Município (s) <b>Santos, SP</b>			UGRHI <b>07 - Baixada Santista</b>		
			Tipo <b>Licença Prévia</b>		
Desenho <b>3294_6.1_ Alternativas_02_R1</b>	Escala <b>1:50.000</b>	Tamanho <b>A3</b>	Versão <b>R1</b> 16/abr/2018	Responsável Técnico pela Cartografia <b>Joseane Urgnani</b> joseane.urnani@tetrattech.com	

Algumas alternativas de traçados para o gasoduto apresentam trechos em paralelismo à malha de dutos da Petrobras. A Figura 6.1.2.1-2 a seguir, apresenta este cenário.

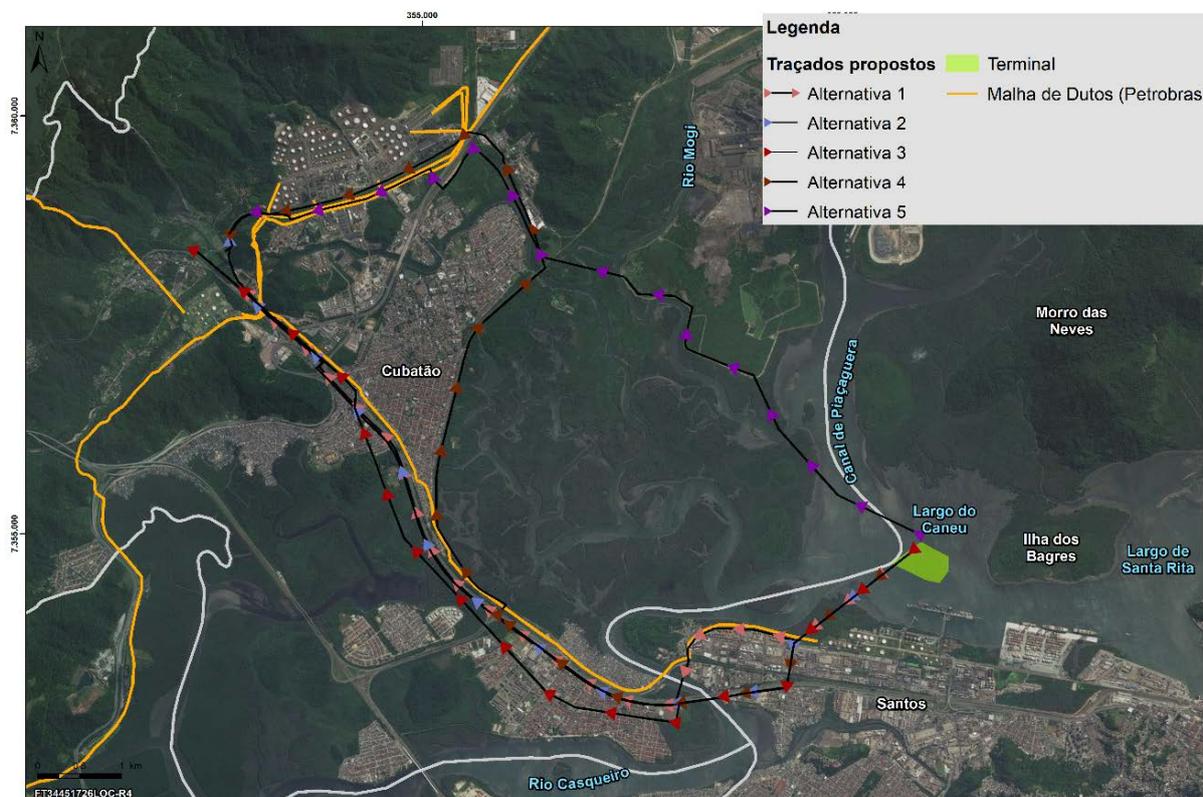


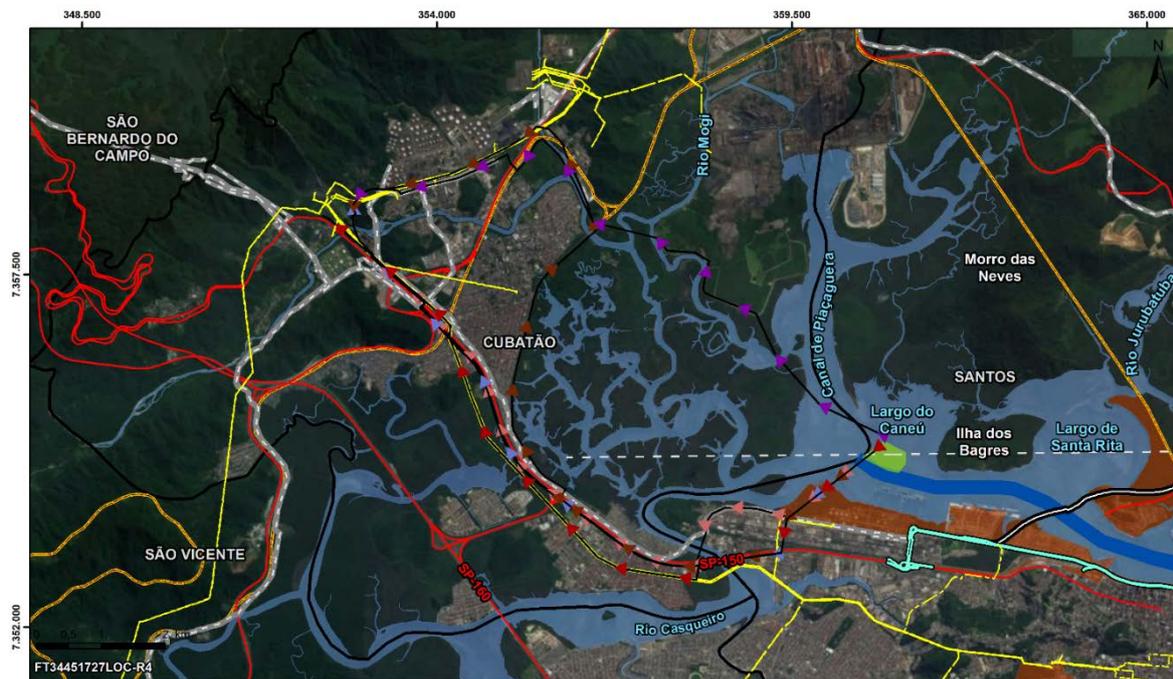
Figura 6.1.2.1-2: Localização das alternativas estudadas para a implantação do gasoduto e malha de dutos da Petrobras.

Para análise da viabilidade ambiental das alternativas locais para implantação do Gasoduto que interligará o Terminal *Offshore* ao *City Gate* (partes integrantes do Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista), foram considerados os aspectos ambientais na região da Baixada Santista, com foco no Porto de Santos, as quais foram avaliadas a partir da identificação e mapeamento de restrições legais e ambientais e da presença de empreendimentos na área de estudo que compreende a região entre os municípios de Santos e Cubatão.

## 6.1.2.2. Caracterização da Área de Estudo

### 6.1.2.2.1. Infraestrutura regional

As Figuras 6.1.2.2.1-1 e 6.1.2.2.1-2 abaixo apresentam os principais aspectos da infraestrutura regional e sobrepõe os cinco traçados estudados a partir do terminal, localizado no largo do Caneú, até o *City Gate* provisório localizado próximo à Vila Light. Destacam-se os principais acessos ferroviários, rodoviários, o canal de acesso ao Porto de Santos e a rede de dutos.



**Legenda**

**Traçados propostos**

- ▶ Alternativa 1
- ▶ Alternativa 2
- ▶ Alternativa 3
- ▶ Alternativa 4
- ▶ Alternativa 5
- Terminal
- Limite Municipal
- Canal de acesso ao Porto de Santos
- Paralelo do Porto Organizado de Santos
- Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Santos

- Principais acessos rodoviários
- Principais acessos ferroviários
- Avenida Perimetral
- Dutos
- Linhas de transmissão de energia

Figura 6.1.2.2.1-1: Infraestrutura Regional.

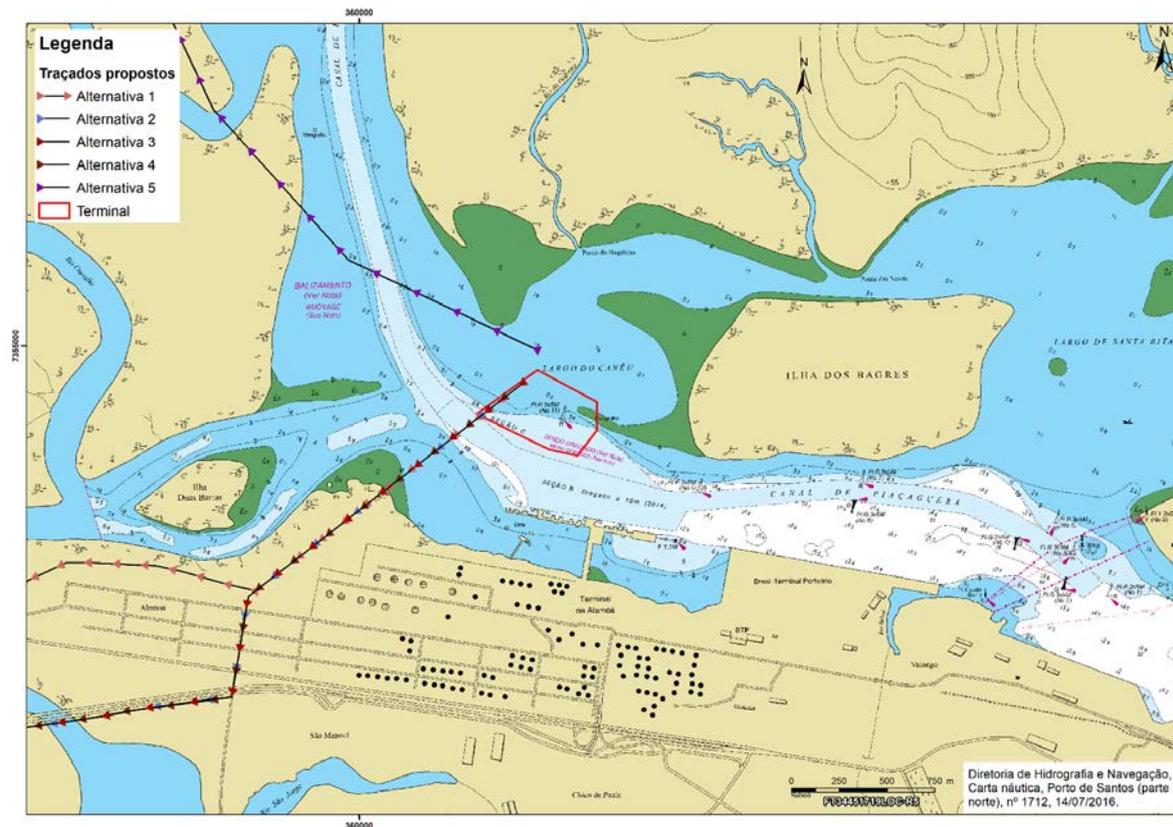


Figura 6.1.2.2.1-2: Infraestrutura Regional - Carta Náutica.

Ainda em relação à infraestrutura, a Figura 6.1.2.2.1-3 apresenta os pontos de captação de água para abastecimento.

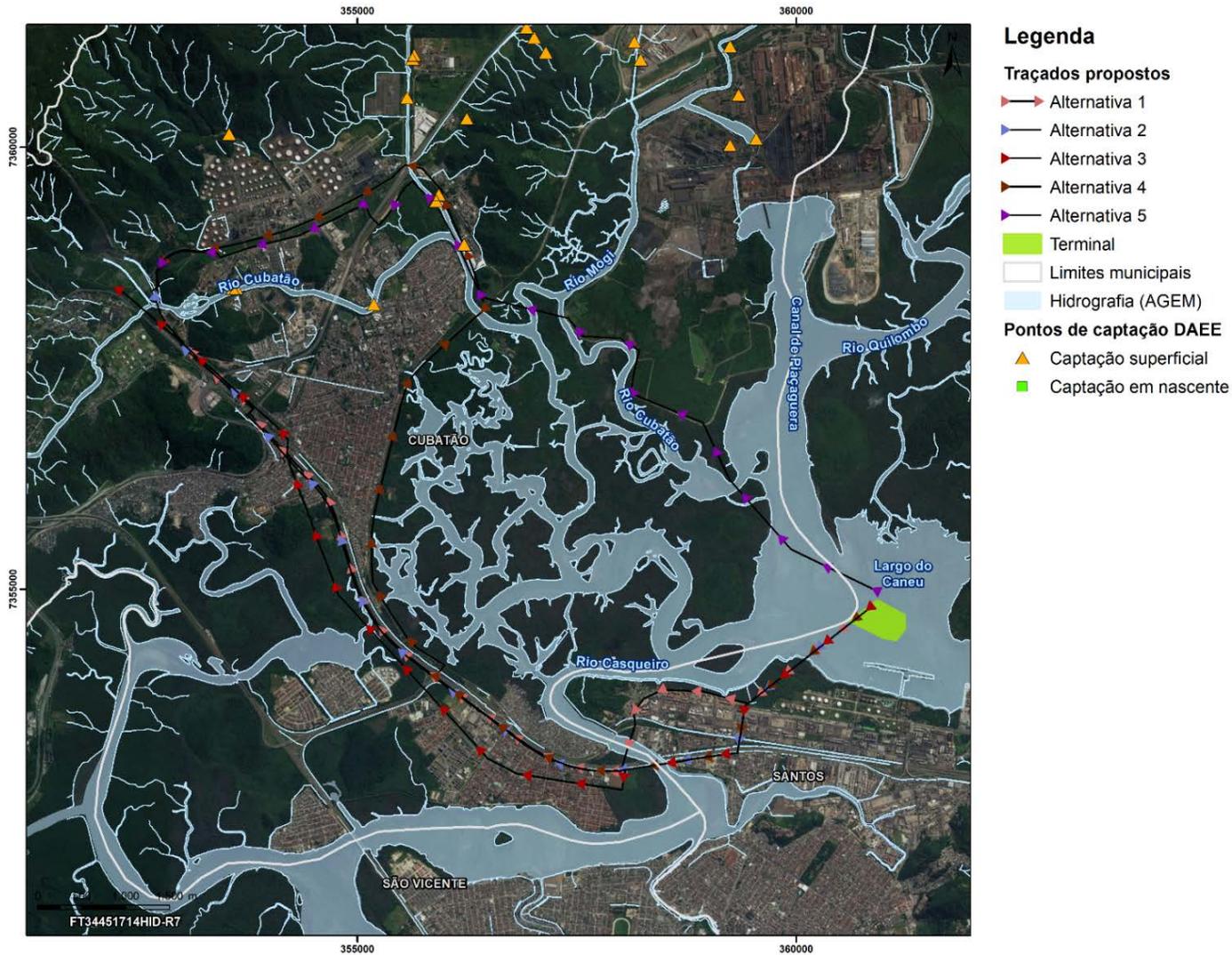


Figura 6.1.2.2.1-3: Hidrografia.

#### 6.1.2.2.2. Geologia Regional

As unidades geológicas presentes na região do empreendimento compreendem rochas pré-cambrianas que afloram nas elevações circundadas pela região da Planície de Maré e pelos sedimentos flúvio-lagunares e de baías. Também se observam rochas de alto grau de metamorfismo do Complexo Costeiro, consideradas do Neoproterozóico, e rochas ígneas intrusivas do Neoproterozóico-Paleozóico. As principais unidades geológicas na região são:

- **Depósitos sedimentares da Planície Costeira associados ao Estuário de Santos:** as coberturas sedimentares holocênicas possuem grande extensão e compreendem sedimentos de mangue e de pântano depositados nas margens de lagunas, canais de maré e cursos inferiores dos rios. O modelo geral da sedimentação do estuário indica origem de sedimentos por aporte fluvial, de erosão local de bancos e de plataforma externa. Os rios da região retrabalham, ainda, sedimentos holocênicos depositados por ocasião da Transgressão Santos (Itsemap, et al. 2009).
- **Areias marinhas** litorâneas: estão localizadas ao sul da região do empreendimento, em contato com os sedimentos flúvio-lagunares e de baías, e recobrem parcialmente, os morros isolados do Maciço Granitóide Santos (Itsemap, et al. 2009).
- **Sedimentos de mangues e pântanos (areias e argilas):** constituem a principal unidade geológica cartografada por Suguio; Martin (1978), compreendendo depósitos de argilas e areias, em geral muito finas, associados às planícies de maré, construídos junto às margens de lagunas, nos canais de maré e nos cursos inferiores dos rios que drenam toda a região em suas cotas mais baixas. Segundo Fúlfaro; Ponçano (1976), a eventual erradicação desses manguezais poderá ter, como consequência, efeitos deletérios, favorecendo o acesso de sedimentos aí retidos a outras áreas do estuário, devido à eliminação deste filtro natural pela destruição da vegetação e degradação das argilas

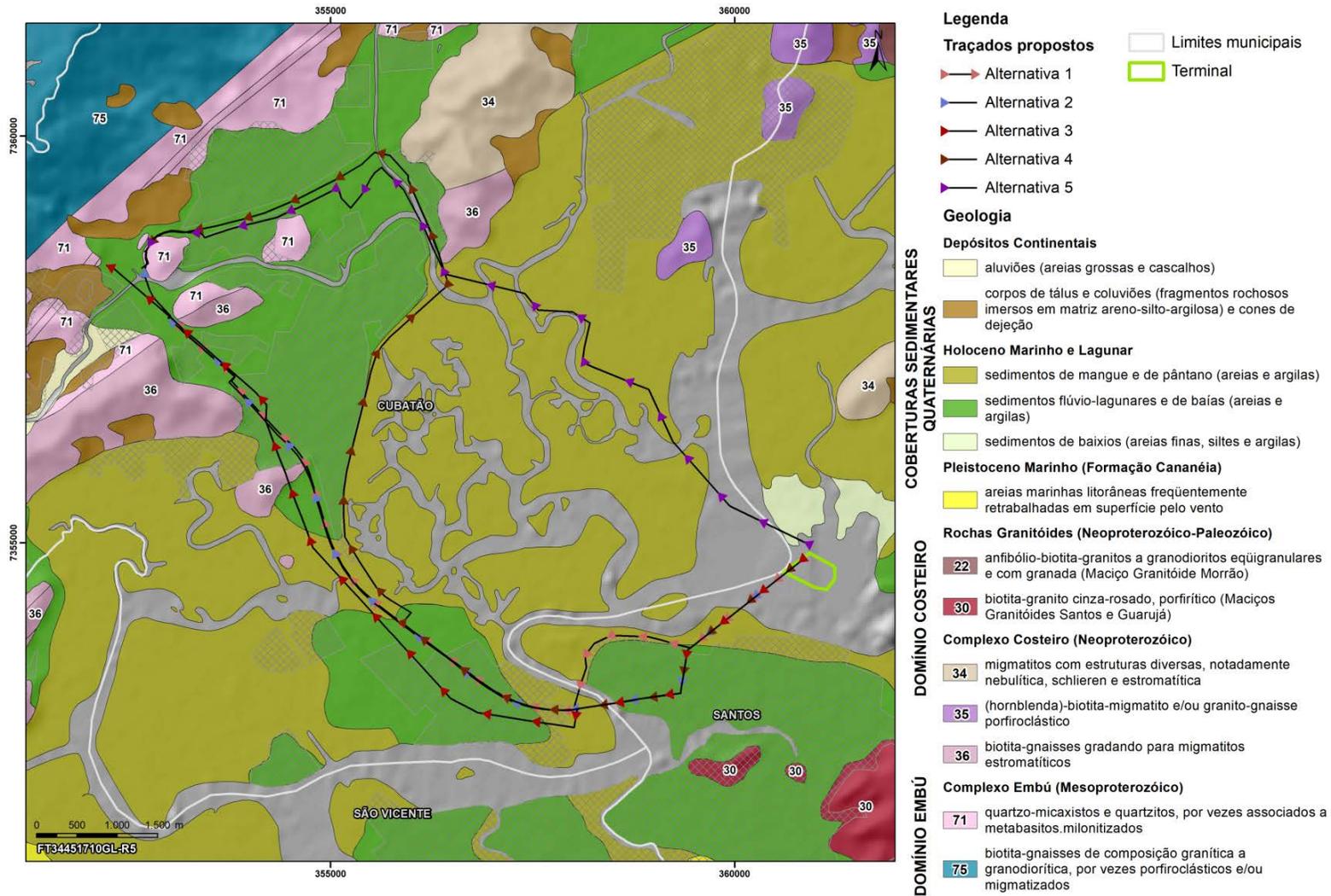


Figura 6.1.2.2-1: Geologia.

### 6.1.2.2.3. Geomorfologia

Os tipos de relevo que ocorrem na região do empreendimento são a Planície de Maré (altitudes entre 0 e 3m), Planícies Flúvio-Lagunar (altitudes entre 3 e 8m) e os Baixios. Ocorrem também, em menor proporção, morros/morretes isolados; e escarpas de anfiteatro.

O relevo Planície de Maré se desenvolve nos locais abrigados das circulações mais enérgicas do Estuário de Santos, e é representado por áreas planas na faixa de oscilação das marés e de encontro de águas doces e salgadas. No interior dessas planícies, ocorrem zonas mais elevadas, só atingidas pelas marés de sizígia. Essas áreas são constituídas por solos moles formados por areia fina, siltes e argilas (vasas), e grande quantidade de restos vegetais e conchas, sendo cortadas por canais de maré meândricos e recobertas pela vegetação de mangue (Itsemap, et al. 2009).

As Planícies Flúvio-Lagunar são áreas planas onduladas que abrigam a faixa de movimentação dos canais meandrantos. Associam-se alagadiços em canais abandonados, barras em pontal, barras longitudinais e ilhas. Nas áreas onde os rios atravessam as paleolagunas, ocorre remobilização fluvial, o que confere a estas faixas características distintas das planícies adjacentes. São áreas constituídas por areia, silte, argilas e matéria orgânica. Estes terrenos são muito sensíveis à ocupação, devido à dificuldade de escoamento e ao risco de inundação (Itsemap, et al. 2009).

O relevo de Baixios é uma feição de deposição submersa, exposta durante as marés baixas, formada pela perda de velocidade dos fluxos de transporte, por barramento de correntes ou, ainda, por mudanças nas condições químicas das águas, sendo constituída por siltes e argilas siltosas. Esses terrenos são impróprios à ocupação devido à inundação diária pela maré e à presença de solos moles, dificultando a implantação de obras de infraestrutura e exigindo a total alteração de suas características (Itsemap, et al. 2009).

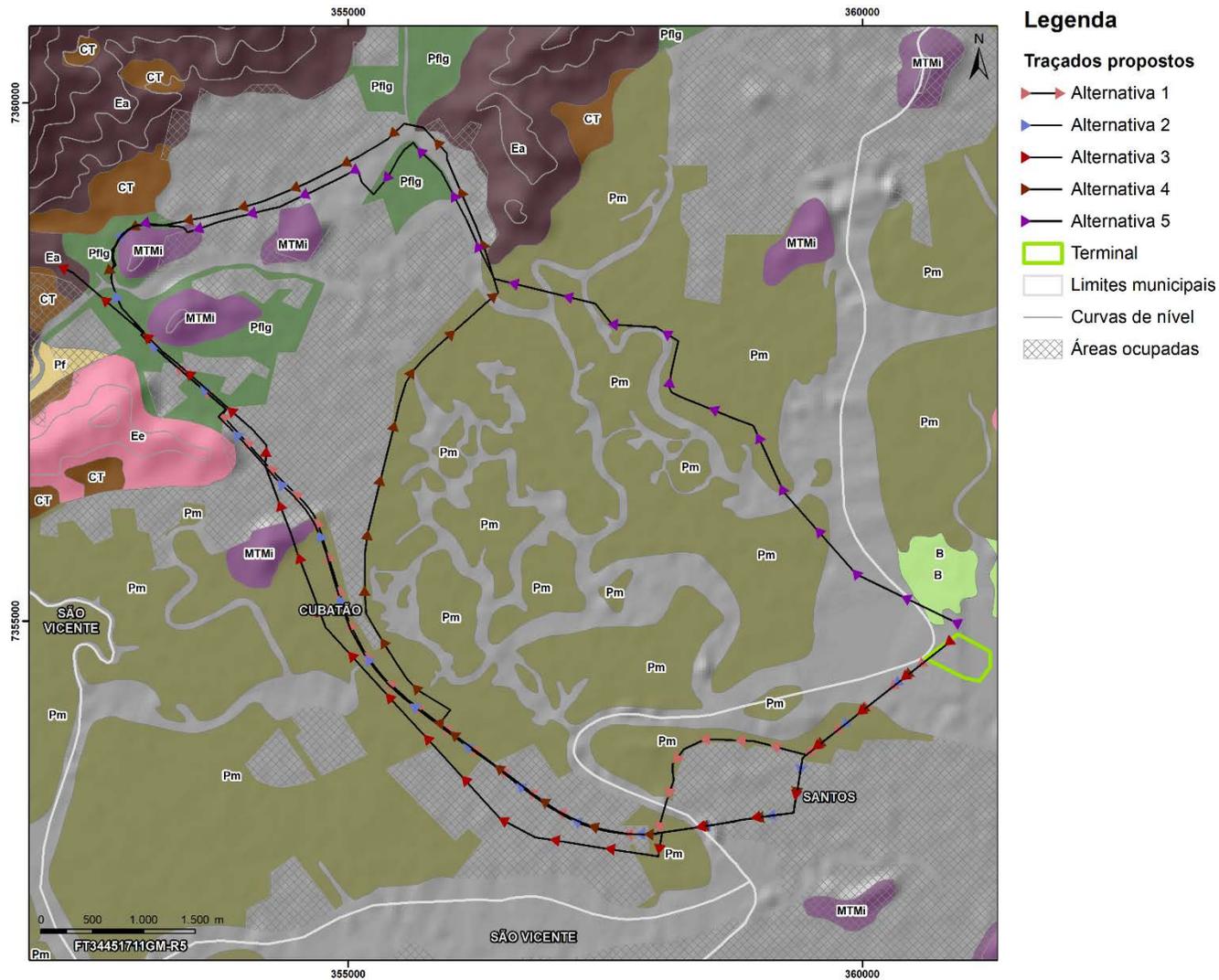


Figura 6.1.2.2.3-1: Geomorfologia.

LEGENDA

	Typo de Relevo Morfometria	Morfografia e Substrato Rochoso	Morfodinâmica				
COSTEIRA	<b>Ea</b>  Escarpas em anfiteatros  Amplitude: 400 a 1000m Comp. Rampa: 1500 a 3000m inclinação: 35% a 55% Meia encosta: 15% a 35% Sopé: 5% a 15%	Formadas por interflúvios dispostos de modo semicircular. Os interflúvios principais têm topos estreitos e agudos no alto da escarpa, tornando-se convexos na porção baixa. O perfil da escarpa é descontínuo, sendo retilíneo e rochoso no alto da escarpa e convexo na porção média e inferior. Vales erosivos encaixados. Canais em rocha, em blocos e matacões, com cachoeiras e poços, tem escoamento torrencial. Bacias de 3ª e 4ª ordem, com padrão dendrítico a subdendrítico e com alta densidade de drenagem.	Erosão laminar e em sulcos localizadas e de moderada a alta intensidade.  Entalhe, erosão e deposição fluvial e movimentos de massa do tipo escorregamento planar e rastejo são frequentes, e de alta intensidade.  Terrenos muito sensíveis à interferência, devido à inclinação acentuada de suas encostas e à intensidade dos processos erosivos.	<b>Pf</b>  <b>Tmc</b>  <b>Pflg</b>	Planície fluvial  Elevadas de 0,5 a 3m acima do leito do rio Comp. Rampa: 100 a 250m Altitudes: 5 a 15m	Áreas amplas, levemente inclinadas em direção ao rio e bem desenvolvidas nas proximidades do sopé da serra. É formada pela planície de inundação, pelo terraço baixo, que é inundado somente durante as cheias excepcionais e por alagadiços. Constituídas por seixos e blocos de quartzo, quartzito, granitos e xistos, com intercalações de areias médias, grossas, micáceas, com grânulos angulosos de quartzo e feldspato. Ocasionalmente apresentam matacões.	Freático elevado. Erosão laminar e em sulcos localizados, de baixa intensidade. Erosão lateral e vertical do canal, enchentes sazonais, deposição de finos durante as enchentes por decantação, e de areias e seixos por acréscimo lateral. Terrenos muito sensíveis à ocupação, com risco de inundação e contaminação.
		Sustentadas por xistos, filitos, quartzitos, migmatitos de paleossoma xistoso, migmatitos estromatíticos, ofiolíticos e nebulíticos e rochas cataclásticas. Solo residual argiloso, argilo-siltoso e argilo-arenoso com proporções variáveis de grânulos de quartzo e feldspato. São rasos, com espessuras de 0,3 a 0,6m. Horizonte de alteração profundo. Depósito alveolar na meia encosta e em pontos de convergência de canais fluviais e cones de dejeção no sopé da escarpa.	Terrenos muito sensíveis à interferência, devido à inclinação acentuada de suas encostas e à intensidade dos processos erosivos.				
SERRANIA	<b>Ee</b>  Escarpas em espigões  Amplitude: 600 a 900m Comp. Rampa: 300 a 2000m inclinação: 15% a 55%	Formadas por interflúvios alongadas e subparalelas associadas a zonas de falhas. Os espigões têm topos estreitos, angulosos e por vezes rochosos, tornando-se convexos nas porções mais baixas. O perfil da escarpa é descontínuo, tem segmentos retilíneo e rochoso, e no terço inferior têm segmento convexo associado a corpos de tálus. Vales erosivos e profundos. Canal principal em rocha, blocos e matacões, com cachoeiras e poços, tem escoamento torrencial. Os afluentes são pouco encaixados e têm escoamento sazonal. Bacias de 3ª ordem, com padrão angular ou de treliça de junta, e média densidade de drenagem.	Erosão laminar, em sulcos, entalhe fluvial, rastejo e escorregamento são mais frequentes e de moderada intensidade nas vertentes com cimentamento paralelo ao mergulho da foliação.  Nas vertentes opostas, a queda de blocos é frequente e intensa, devido à presença de encostas rochosas.	<b>Pm</b>  <b>B</b>	Planície de maré  Altitudes: 0 a 3m	Áreas planas na faixa de oscilação das marés e de encontro de águas doces e salgadas. Estão abrigadas das circulações mais enérgicas. Associam-se zonas mais elevadas, só atingidas pelas marés de sizígia, canais de maré meandantes e vegetação de mangue. Constituídas por solos moles formados por silte e argila (vaso) e grande quantidade de restos vegetais e conchas.	Inundações diárias, com intensa deposição de finos. Terrenos impróprios à ocupação, devido à inundação diária pela maré e à presença de solos moles.
		Sustentados por rochas graníticas e cataclásticas, granitídes, e migmatitos homogêneos. O condicionamento básico é estrutural, estando geralmente associado a falhas de direção NE-SW. Variações no mergulho da foliação condicionam assimetrias nos vales, no grau de alteração das rochas e na disposição dos depósitos.	Terrenos muito sensíveis à interferência, devido à inclinação acentuada de suas encostas e à intensidade dos processos erosivos.				
	<b>CT</b>  Cones de dejeção e corpos de tálus  inclinação: 10% a 35%	Rampas deposicionais subhorizontais e/ou convexas, associadas ao fundo de vales e ao sopé de vertentes íngremes. Formados por ação gravitacional, fluvial e pluvial. Constituídos por matacões, blocos e seixos polimíticos, angulosos a subarredondados, semi-alterados a alterados, imersos em matriz areno-argilosa arcoseana ou arenosa. Nos cones de dejeção, intercalam-se areias médias e grossas, micáceas, por vezes argilosas.	Entalhe vertical e lateral de canais é frequente e de baixa intensidade. Rastejo frequente de alta intensidade. Escorregamentos ocasionais e de alta intensidade. Acúmulo de detritos localizados e ocasionais. Terrenos muito sensíveis à interferência, devido à mobilidade dos depósitos.	<b>MTMi</b>	Morrotes e Morros isolados  Amplitude: 80 a 150m Comp. Rampa: 150 a 300m inclinação: 30% a 60% Altitudes: 20 a 150m	Formas isoladas e desniveladas. Topos estreitos e convexas. Perfil de vertente descontínuo, segmentos convexas e retilíneos. Vales erosivos e erosivos cumulativos com planícies estreitas. Canais em rocha e blocos. Baixa densidade de drenagem. Sustentados por migmatitos estromatíticos, ofiolíticos e nebulíticos.	Escoamento laminar e concentrado, localizados e de moderada intensidade. Rastejo e escorregamentos frequentes e de moderada a alta intensidade. Terrenos sensíveis à interferência, devido à inclinação de suas encostas e à erodibilidade dos solos de alteração.
		BAIXADA	Planície Flúvio-Lagunar  Altitudes: 3 a 8m				

Figura 6.1.2.2.3-1 (Continuação): Legenda Geomorfologia.

#### 6.1.2.2.4. Susceptibilidade a inundações e/ou erosão

As Escarpas em anfiteatros, as Escarpas em espigões, os Cones de dejeção e Corpos de tálus da região da Serra do Mar, bem como os Morrotes e Morros isolados ocorrentes na Baixada Santista são os relevos mais suscetíveis à ocorrência de processos erosivos ou escorregamentos (naturais ou induzidos), sendo fonte de detritos para a Baixada Litorânea (Itsemap, et al. 2009).

A tendência a uma sedimentação mais acentuada na região do Largo do Caneú, localizado no segmento de montante do canal do Estuário de Santos, dentro da área do Porto Organizado, já havia sido apontada por Fúlfaro; Ponçano (1976). Nesse sentido, convém observar que a ocorrência de processos erosivos nas escarpas da serra pode intensificar o assoreamento no Largo do Caneú, e indiretamente favorecer o assoreamento do canal do Porto de Santos (Itsemap, et al. 2009).

Contudo, é importante assinalar que a ocorrência de processos erosivos nas encostas do planalto e escarpas da Serra do Mar tem intensificado o fornecimento de sedimentos para a planície costeira, provocando, nos últimos 40 anos, significativo assoreamento nas proximidades da Ilha dos Bagres, praticamente interligada à planície (Itsemap, et al. 2009).

Adicionalmente, as áreas de planície nas imediações da região de estudo apresentam elevada susceptibilidade a inundações diárias associadas às marés ou inundações eventuais associadas a períodos com maior intensidade de chuvas, resultando em problemas associados a recalques em fundações, aterros e pavimentos viários por adensamento de solos moles, danificação do leito das vias devido à saturação do subleito e assoreamento do sistema de drenagem, acentuando as condições de inundação, e instabilidade das paredes de escavação (MKR; SPE. 2011).

#### 6.1.2.2.5. Pedologia

Nas proximidades do empreendimento, foram identificadas duas classes de solos: os Gleissolos Sálícos e os Cambissolos Háplícos.

Os Cambissolos são observados apenas em um pequeno trecho da AID, na porção norte, localizado em terrenos mais altos, no sopé da Serra do Mar. São solos de textura argilosa ou média, associados com Neossolo Litólico, substrato de granitoides. São solos Distrófico a moderado, sendo encontrados em relevo fortemente ondulado e montanhoso. Em geral são solos pouco profundo.

Já os Gleissolos Sálícos são observados ao longo de todo o gasoduto, são solos característicos de terrenos litorâneos, com grande influência do regime de marés. Podem ser sódicos, com saturação por sódio igual ou superior a 15%, o que aumenta sua limitação para o uso agrícola. Apresentam sérias limitações quanto à corrosividade para tubulações enterradas, quer sejam metálicas ou de cimento.

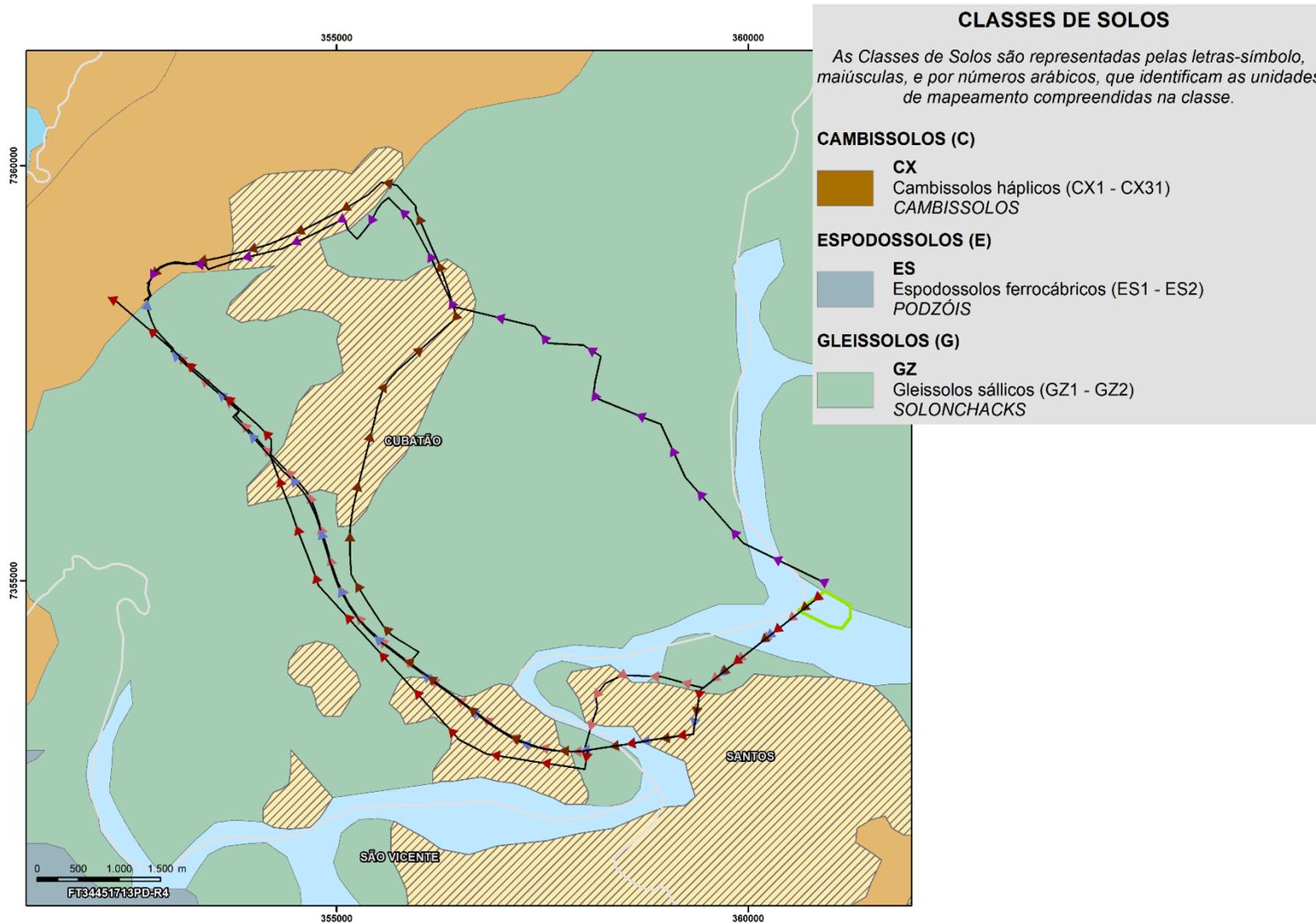


Figura 6.1.2.2.5-1: Pedologia.

#### 6.1.2.2.6. Hidrogeologia

A área de estudo se insere na região do Aquífero Litorâneo, uma unidade aquífera de porosidade granular, livre, extensão limitada e transmissividade média a elevada. Em alguns locais, seu limite inferior pode atingir cotas de 50 m abaixo do nível do mar (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 apud CPEA; ULTRAFÉRTIL, 2011).

As bacias dos rios Cubatão, Mogi, Quilombo, Jurubatuba e Diana, que fluem para o estuário Santista, abrigam o aquífero superior no pacote de sedimentos flúvio-lagunares e fluviais, constituído por areias, siltes e argilas, dispostos em camadas intercaladas. Os aterros existentes na região e as intercalações de sedimentos com permeabilidades diferentes podem tornar esse aquífero anisotrópico e não homogêneo, e localmente semiconfinado (CPEA; ULTRAFÉRTIL, 2011).

O regime de fluxo se dá, localmente, pela infiltração das águas das chuvas e das marés cheias sobre as planícies de maré, enquanto que a recarga se dá de forma principalmente difusa, pela infiltração das águas salinas durante a fase de maré cheia, o que imprime, às suas águas, elevados teores de cloretos. Nesse sistema, a direção de fluxo acompanha a topografia local (CPEA; ULTRAFÉRTIL, 2011).

A área compreendida pelas alternativas de traçado abrange dois domínios hidrogeológicos: Cristalino (aquífero fissural) e Formações Cenozoicas (aquífero poroso).

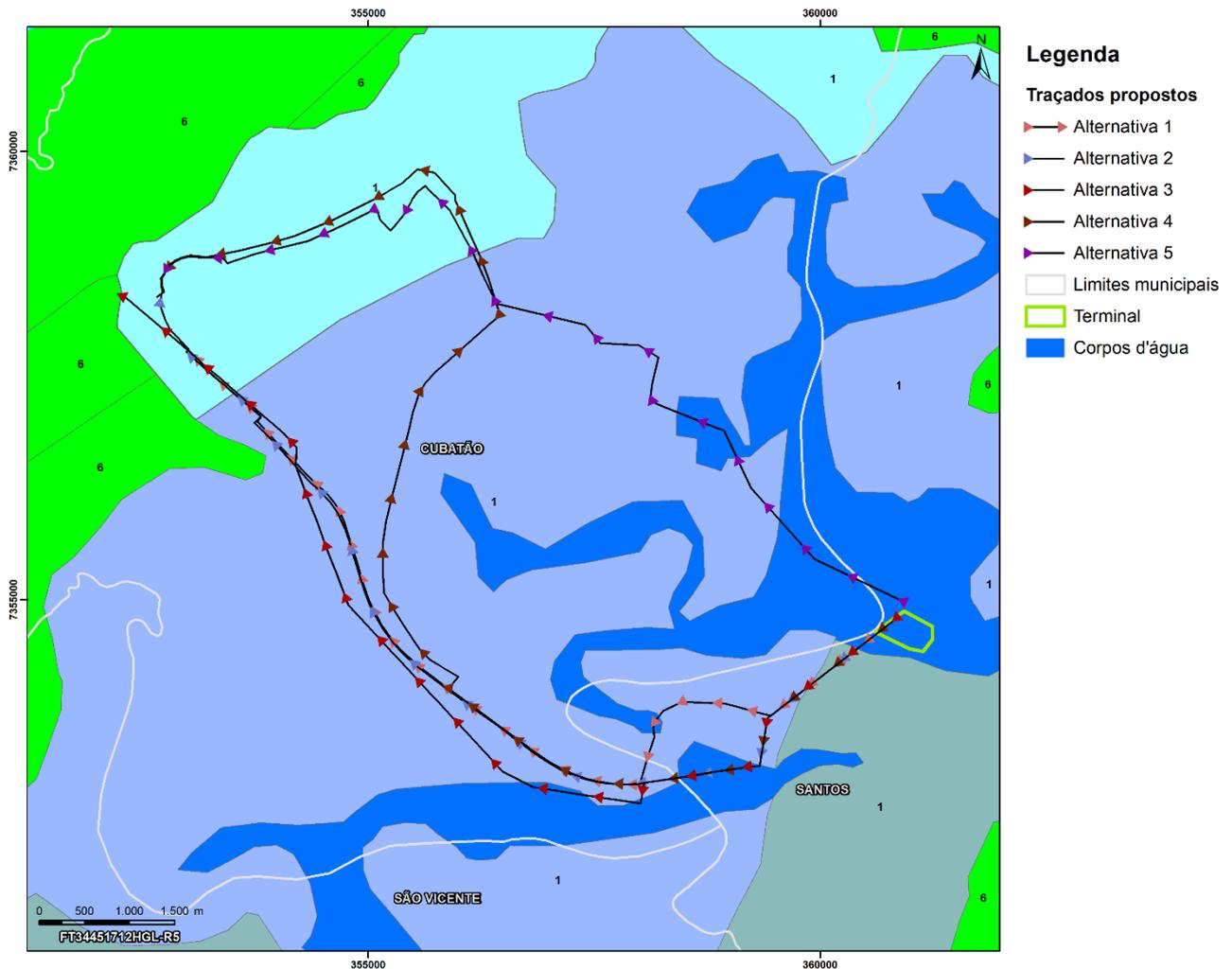


Figura 6.1.2.2.6-1: Hidrogeologia.

DOMÍNIOS E SUBDOMÍNIOS HIDROGEOLÓGICOS		
FORMAÇÕES CENOZOICAS		
1	Aluviões	Favorabilidade hidrogeológica variável - Corresponde às aluviões recentes e antigas, no geral estreitas e/ou de pequena espessura. Litologicamente são representadas por areias, cascalhos e argilas com matéria orgânica. No geral, é prevista uma favorabilidade hidrogeológica baixa. Ao longo de rios de primeira ordem, existem locais onde podem adquirir grande posseção, com larguras superiores a 6-8 km, e espessuras que superam 40 metros, e onde se espera uma favorabilidade hidrogeológica média a alta. As águas são predominantemente de boa qualidade química.
	Formações cenozoicas indiferenciadas	Baixa favorabilidade hidrogeológica - Incluem depósitos de areia, silte, argila, cascalho (laterizados ou não), lateritas ferruginosas, sedimentos coluvionares e eluvionares indiferenciados. Caracterizam-se pela pequena espessura e continuidade. Alguma importância hidrogeológica como área de recarga ou estoque temporário para os aquíferos subjacentes. Exploração passível através de poços escavados.
	Depósitos Litorâneos	Favorabilidade hidrogeológica variável - Corresponde aos sedimentos depositados em ambientes costeiros flúvio-lacustres ou marítimos litorâneos, com espessuras que podem alcançar dezenas de metros e larguras de até centenas de metros. Litologicamente estão representados por areias, cascalhos, siltes e argilas intercaladas e não sequenciadas. A possibilidade de água nestes depósitos é muito variável em decorrência da grande heterogeneidade e anisotropia dos aquíferos. A qualidade da água é geralmente boa, podendo contudo ser influenciada pela proximidade do ambiente marinho, de salinidade atmosférica e hídrica elevada e dos evaporitos presentes nos sedimentos
6	CRISTALINO	
	Baixa/Muito baixa favorabilidade hidrogeológica - No Cristalino, foram reunidos basicamente, granitóides, gnaisses, granulitos, migmatitos, básicas e ultrabásicas, que constituem o denominado tipicamente como aquífero fissural. Como quase não existe uma porosidade primária nestes tipos de rochas, a ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Dentro deste contexto em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas, e a água em função da falta de circulação e do tipo de rocha (entre outras razões), é na maior parte das vezes salinizada. Como a maioria destes litótipos ocorre geralmente sob a forma de grandes e extensos corpos maciços, existe uma tendência de que este domínio seja o que apresente menor possibilidade ao acúmulo de água subterrânea dentre todos aqueles relacionados aos aquíferos fissurais.	

Figura 6.1.2.2.6-2: Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos.

### 6.1.2.2.7. Áreas Contaminadas cadastradas pela CETESB

Um dos aspectos considerados para a análise multicriterial foi a ocorrência ao longo dos traçados de áreas contaminadas já identificadas e cadastradas pela CETESB.

Desta forma, a Figura 6.1.2.2.7-1 apresenta os traçados estudados sobrepostos à tais áreas. Pode-se observar que os traçados estudados passam por algumas áreas em processo de remediação ou em monitoramento para encerramento, e pontualmente em áreas contaminadas com risco confirmado.

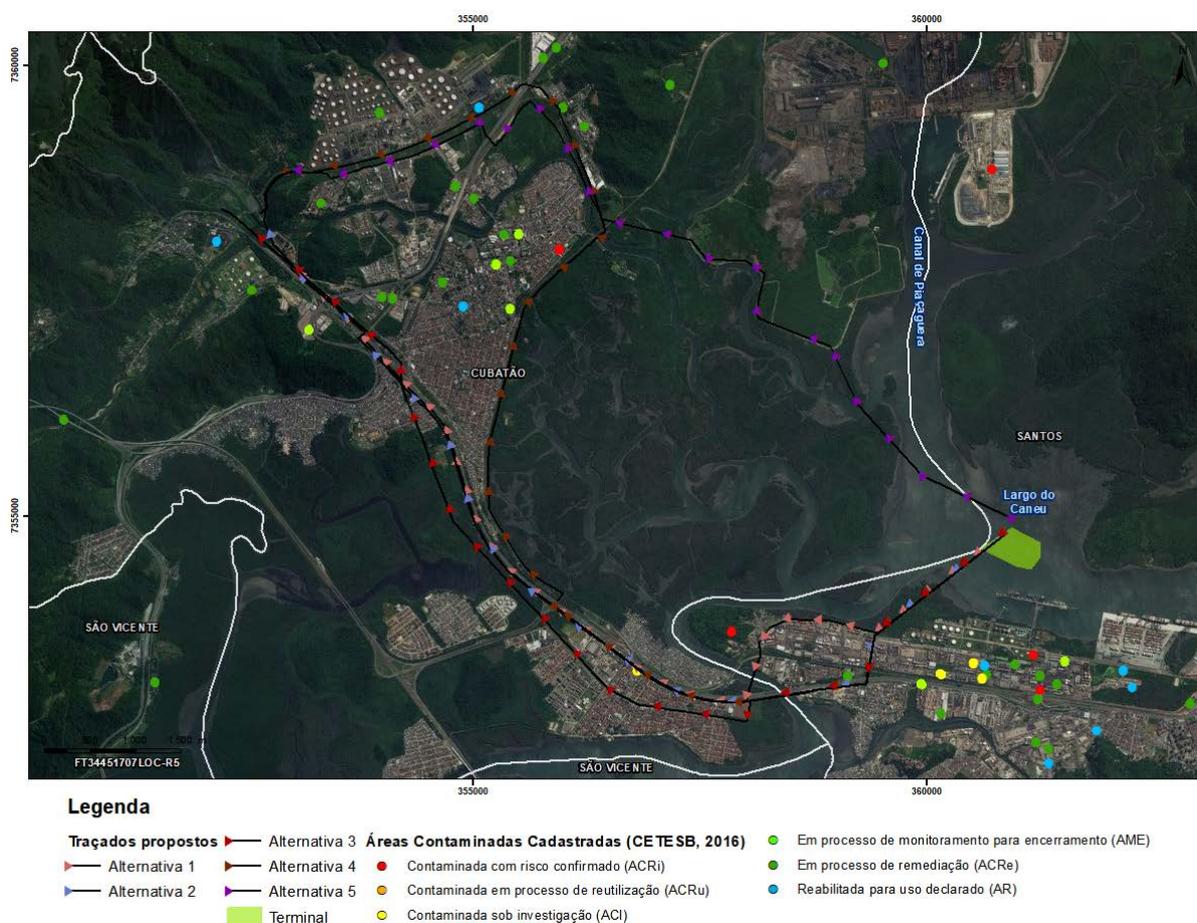


Figura 6.1.2.2.7-1: Áreas contaminadas cadastradas pela CETESB.

### 6.1.2.2.8. Cobertura Vegetal e Uso do Solo

A figura 6.1.2.2.8-1 apresenta a cobertura vegetal e o uso do solo na área de estudo para a avaliação dos traçados para o gasoduto do Projeto de Reforço Estrutural. Pode-se observar que os traçados estudados margeiam áreas antropizadas, e apresentam em alguns trechos interferências principalmente em áreas de manguezal e mata de planície.

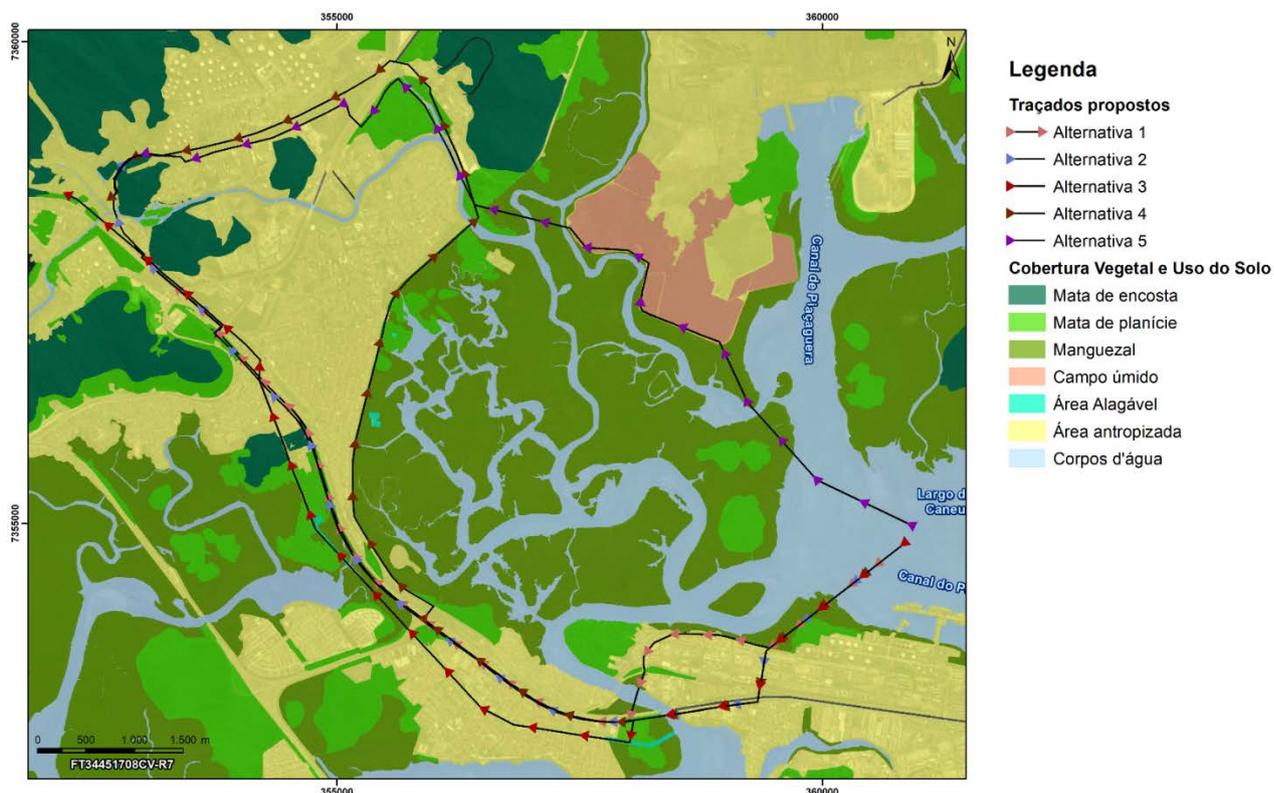


Figura 6.1.2.2.8-1: Cobertura Vegetal e Uso do Solo.

### 6.1.2.2.9. Unidades de Conservação e áreas prioritárias para conservação

As unidades de conservação e outros espaços protegidos identificados na área de estudo para o traçado do gasoduto estão apresentados na Figura 6.1.2.2.9-1.

Observa-se que os traçados estudados apresentam interferências em maior ou menor grau com as áreas protegidas, especialmente com a Zona de Preservação Ecológica (ZPE) de acordo com o zoneamento municipal de Cubatão.

A Figura 6.1.2.2.9-2 apresenta a Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM). Observa-se que quase a totalidade da área estudada está inserida dentro da zona de amortecimento do referido parque. Da mesma forma, grande parte da área de estudo está incluída na Zona de amortecimento do Parque Xixová Japuí (Figura 6.1.2.2.9-3).

Desta forma, foi solicitado à Fundação Florestal parecer sobre a aderência do empreendimento proposto ao plano de manejo dos parques sob influência do projeto, que se manifestou por meio do Despacho nº 232/16/IE - Processo Impacto nº 251/2016 NIS-1571202.

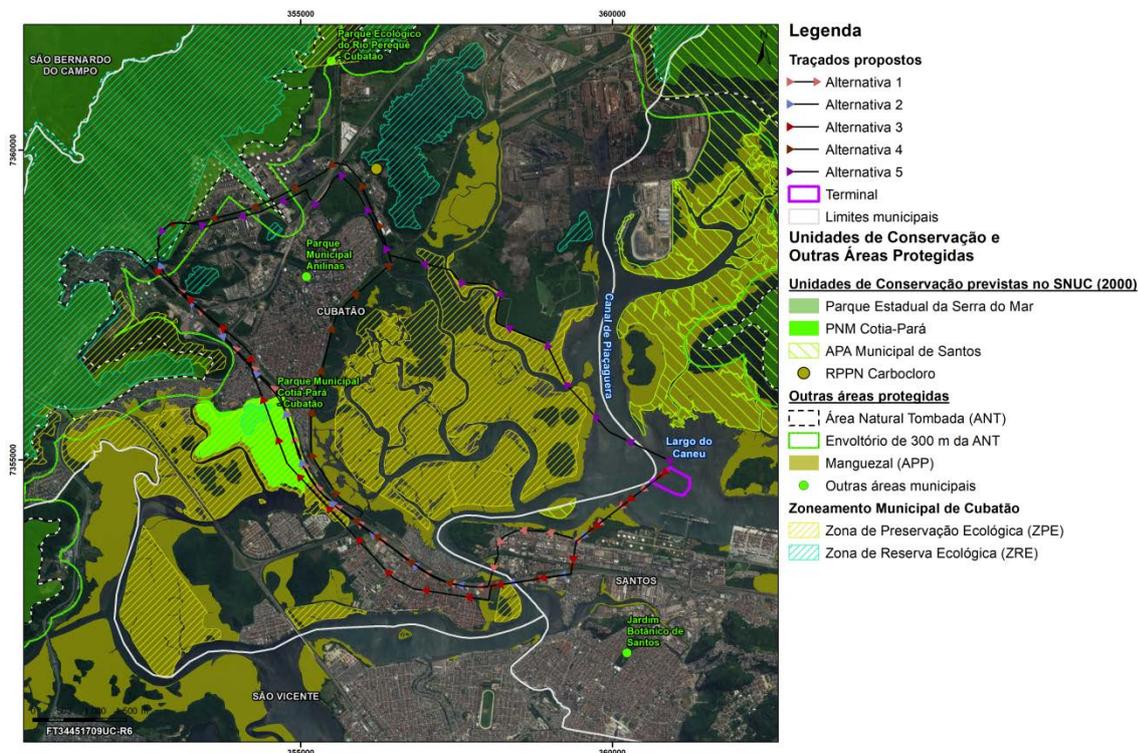
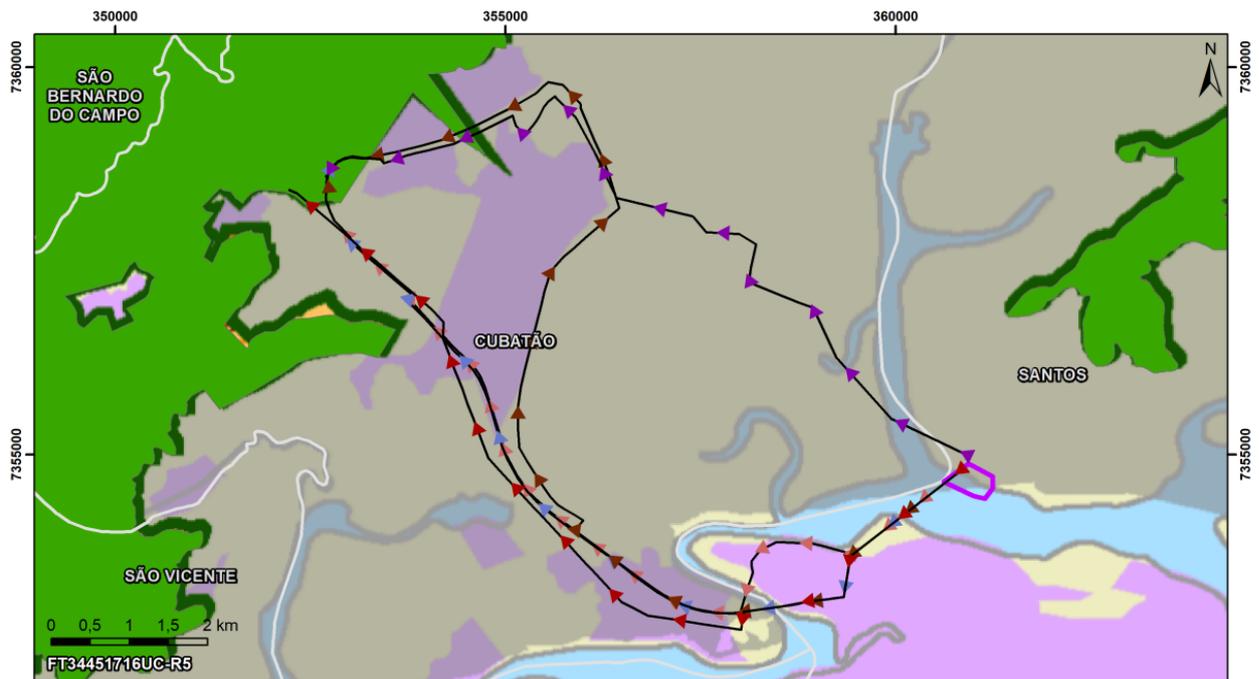


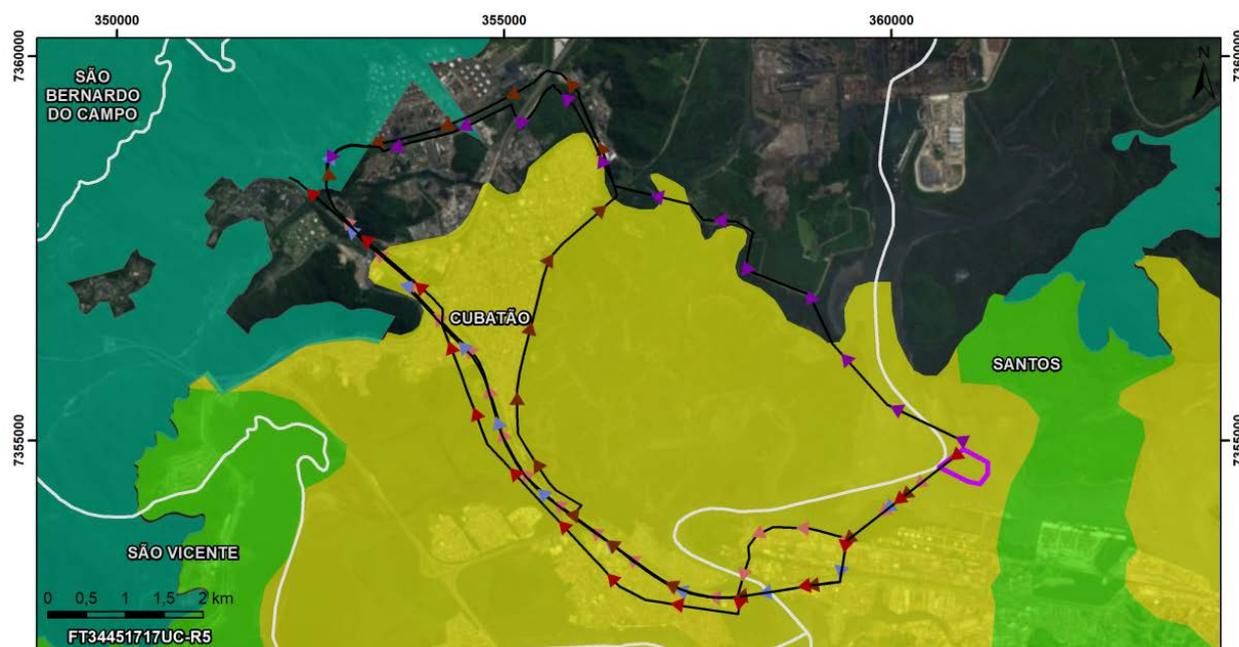
Figura 6.1.2.2.9-1: Unidades de Conservação e outros espaços protegidos.



**Legenda**

- |                           |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|
| <b>Traçados propostos</b> | Terminal                        |
| Alternativa 1             | Parque Estadual da Serra do Mar |
| Alternativa 2             | Zona de Amortecimento           |
| Alternativa 3             |                                 |
| Alternativa 4             |                                 |
| Alternativa 5             |                                 |

Figura 6.1.2.2.9-2: Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Serra do Mar - PESM.



**Legenda**

- |                           |                                   |
|---------------------------|-----------------------------------|
| <b>Traçados propostos</b> | Terminal                          |
| Alternativa 1             | Parque Estadual da Serra do Mar   |
| Alternativa 2             | <b>Zona de Amortecimento PEXJ</b> |
| Alternativa 3             | Setor 02                          |
| Alternativa 4             | Setor 03                          |
| Alternativa 5             |                                   |

Figura 6.1.2.2.9-3: Zona de Amortecimento do Parque Estadual Xixová-Japuí - PEXJ.

#### 6.1.2.2.10. Processos Minerários - DNPM

Quanto às poligonais referentes aos títulos minerários do DNPM, o traçado a ser escolhido deverá, preferencialmente, desviar de áreas que tenham os seguintes títulos e/ou indenizar como segue:

Concessão de Lavra: caso não seja possível desviar de uma área que possua Concessão de Lavra, e que possa ou não estar extraíndo o minério, a Contratante deve contatar o detentor do título, solicitar a autorização para atravessar a área em questão (caso seja possível) e indenizá-lo, caso este entre em acordo com a passagem por este local;

Licenciamento – apesar deste título referir-se apenas para extração de materiais para uso em construção civil e em áreas de, no máximo 50ha, caso não seja possível desviar de uma área que possua Licenciamento, e que possa ou não estar extraíndo o minério, a Contratante deve contatar o detentor do título, solicitar a autorização para atravessar a área em questão (caso seja possível) e indenizá-lo, caso este entre em acordo com a passagem por este local;

Requerimento de lavra – apesar da jazida ainda não estar em extração, a reserva já foi reconhecida, e cabe uma indenização em relação à pesquisa já realizada. Caso não seja possível desviar de uma área com requerimento de lavra, a Contratante deve contatar o detentor do título, solicitar a autorização para atravessar a área em questão (caso seja possível) e indenizá-lo, caso este entre em acordo com a passagem por este local;

Registro de Extração – tratando-se de extração para obra pública, deve-se desviar desta área; não sendo possível passar pelo local.

Em suma, recomenda-se que o traçado a ser priorizado desvie de áreas que possuam os títulos supramencionados.

Os cinco traçados analisados não interferem em poligonais de mineração que possuam os títulos citados acima.

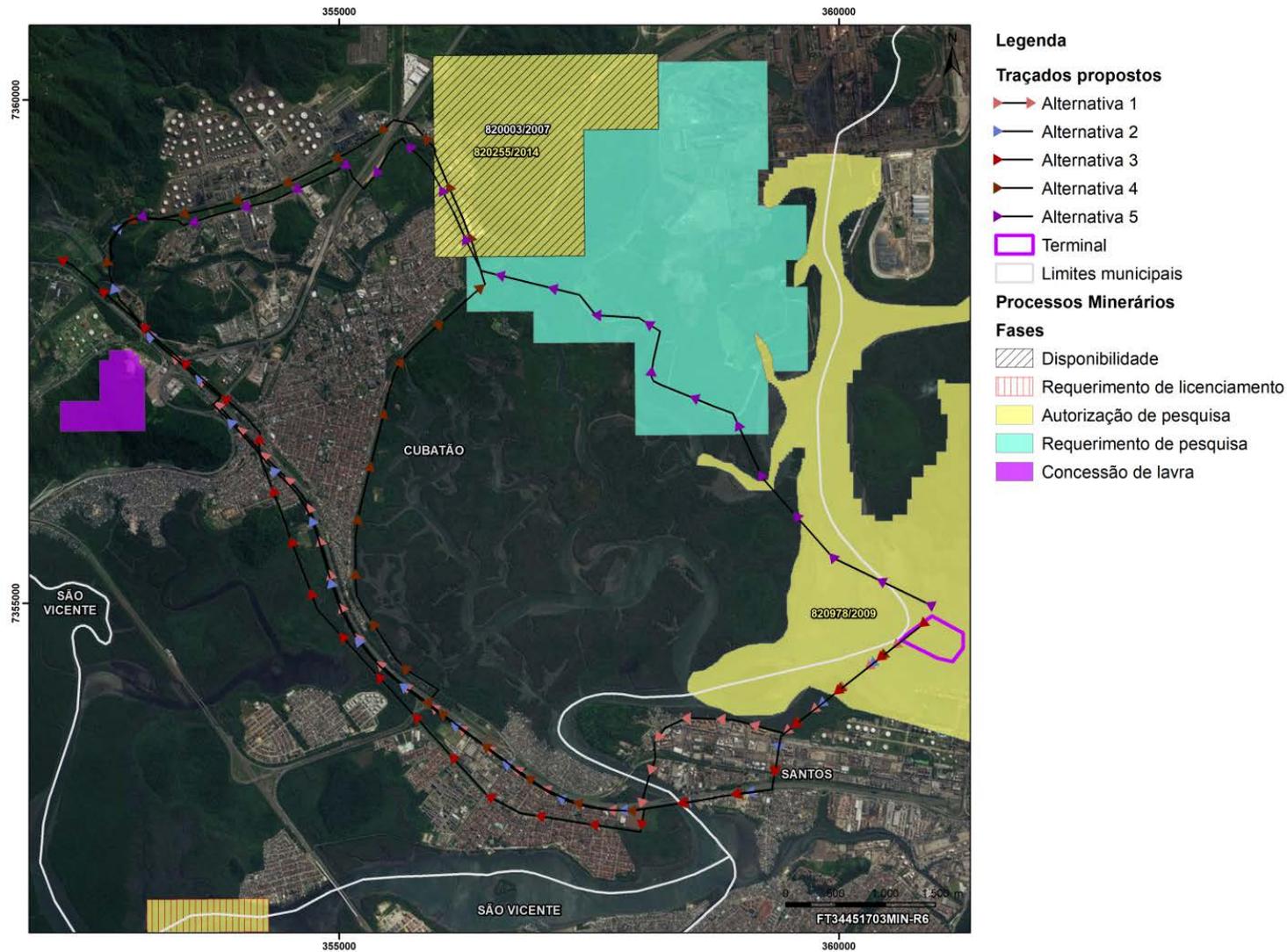


Figura 6.1.2.2.10-1: Processo Minerários - DNPM.

#### 6.1.2.2.11. Zoneamento Ecológico Econômico

Em relação ao Zoneamento Ecológico Econômico, a área estudada para os traçados do gasoduto está inserida em Z5T, na parte terrestre, que é destinada às áreas urbanas, instalações industriais, comerciais e de serviços, e em Z5M, na parte marinha, destinada às atividades náuticas, portuárias e aeroportuárias.

As Tabelas 6.1.2.2.11-1 e 6.1.2.2.11-2 apresentam as diretrizes e usos e atividades permitidas nas áreas inseridas em Z5T e Z5M, enquanto a Figura 6.1.2.2.11-1 apresenta a incidência do ZEE sobre a área de estudo para os traçados do gasoduto.

Ressalta-se que, de acordo com Artigo 96 do ZEE:

*“As disposições do presente decreto não se aplicam a obras, atividades e empreendimentos de interesse social e de utilidade pública, as quais devem atender à legislação ambiental e urbanística específica aplicável à espécie”.*

Tabela 6.1.2.2.11-1: Diretrizes e Usos e Atividades Permitidas - Zoneamento Terrestre.

ZONEAMENTO TERRESTRE		
ZONAS	DIRETRIZES	USOS E ATIVIDADES PERMITIDOS
Z1TAEP		<p>Art. 16 - Os usos e atividades permitidos nas Z1TAEP são aqueles previstos:</p> <p>I. na Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000</p> <p>II. no diploma de criação da Unidade de Conservação de proteção integral e respectivo Plano de Manejo;</p> <p>III. na regulamentação específica, no caso das terras indígenas.</p>
Z1T	<p>Art. 12 - A gestão da Z1T observará as seguintes diretrizes:</p> <p>I. manutenção da diversidade biológica dos ecossistemas e preservação do patrimônio histórico, paisagístico, cultural e arqueológico;</p> <p>II. promoção de programas de controle da poluição e proteção das nascentes e vegetação ciliar com vista à conservação da quantidade e qualidade das águas;</p> <p>III. estímulo à regularização fundiária e à averbação de áreas para conservação ambiental;</p> <p>IV. fomento do manejo sustentável dos recursos naturais para o ecoturismo.</p>	<p>Art. 13 - Na Z1T, observado o disposto no artigo 3º do presente decreto, são permitidos os seguintes usos e atividades:</p> <p>I. pesquisa científica;</p> <p>II. educação ambiental;</p> <p>III. manejo autossustentado dos recursos naturais, condicionado à elaboração de plano específico;</p> <p>IV. empreendimentos de ecoturismo que mantenham as características ambientais da zona;</p> <p>V. pesca artesanal;</p> <p>VI. ocupação humana de baixo efeito impactante.</p> <p>Parágrafo único - Respeitada a legislação de proteção do meio ambiente, será admitida a ocupação de até 10% da área total da propriedade ou das propriedades que integram o empreendimento para execução de edificações, obras complementares, acessos e instalação de equipamentos necessários ao desenvolvimento das atividades permitidas na zona.</p>

Tabela 6.1.2.2.11-1 (Continuação): Diretrizes e Usos e Atividades Permitidas - Zoneamento Terrestre.

ZONEAMENTO TERRESTRE		
ZONAS	DIRETRIZES	USOS E ATIVIDADES PERMITIDOS
Z5T	<p>Art. 34 - A gestão da Z5T observará as seguintes diretrizes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I. promoção da arborização urbana;</li> <li>II. Otimização da ocupação dos empreendimentos já aprovados;</li> <li>III. Estímulo à ocupação dos vazios urbanos e garantindo a qualidade ambiental;</li> <li>IV. Promoção da implantação de empreendimentos habitacionais de interesse social;</li> <li>V. otimização da infraestrutura urbana existente;</li> <li>VI. incentivo à utilização de instalações ociosas;</li> <li>VII. conservação e recuperação das áreas verdes, incluídas as áreas de preservação permanente e as áreas verdes de uso público.</li> </ul>	<p>Art. 35 - Na Z5T, observados os termos do artigo 3º do presente decreto, são permitidos, além daqueles estabelecidos para a Z1T, a Z2T, a Z3T e a Z4T (I. empreendimentos industriais de baixo impacto; II. Comércio e prestação de serviços; III. armazenamento, embalagem, transporte e distribuição de produtos e mercadorias; IV. parques tecnológicos), todos os demais usos e atividades, desde que atendidas as normas legais e regulamentares pertinentes.</p>
Z5STEP	<p>Art. 43 - A gestão da Z5STEP terá como diretriz a compatibilidade da atividade portuária e retroportuária com:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I. a funcionalidade dos ecossistemas;</li> <li>II. a conservação e manejo sustentável dos recursos naturais;</li> <li>III. o controle da poluição e a manutenção da qualidade das águas.</li> </ul>	<p>Art. 44 - Na Z5STEP, observado o disposto no artigo 3º do presente decreto, são permitidos, além daqueles estabelecidos para a Z1T, os seguintes usos e atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I. mineração baseada nas diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor Regional de Mineração, quando existente;</li> <li>II. empreendimentos portuários e retroportuários, observadas as disposições deste decreto e a legislação regedora da espécie</li> </ul>

Tabela 6.1.2.2.11-2: Diretrizes e Usos e Atividades Permitidas - Zoneamento Marinho.

ZONEAMENTO MARINHO		
ZONAS	DIRETRIZES	USOS E ATIVIDADES PERMITIDOS
<b>Z1M</b> <b>Z1EM</b>	<p>Art. 49 - A gestão da Z1M observará as seguintes diretrizes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I - manutenção da funcionalidade dos ecossistemas visando assegurar a conservação da diversidade biológica, assim como do patrimônio histórico, paisagístico, cultural e arqueológico;</li> <li>II - estímulo ao manejo sustentável dos recursos naturais;</li> <li>III - melhoria da qualidade de vida das comunidades tradicionais;</li> <li>IV - fomento ao uso dos recursos paisagísticos e culturais para o ecoturismo;</li> <li>V - promoção da manutenção e melhoria da qualidade das águas costeiras.</li> </ul>	<p>Art. 50 - Na Z1M são permitidos os seguintes usos e atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I - atividades de subsistência;</li> <li>II - pesquisa científica e educação ambiental relacionadas à conservação da biodiversidade;</li> <li>III - ecoturismo;</li> <li>IV - manejo autossustentado dos recursos marinhos, condicionado à elaboração de plano específico;</li> <li>V - pesca artesanal, exceto arrasto motorizado.</li> </ul> <p>Parágrafo único - Nas áreas onde não haja acesso terrestre e cuja faixa de entremarés esteja classificada como Z1M, será permitida a implantação de estrutura náutica mínima exclusivamente para os usos e atividades previstos no "caput" deste artigo, ficando vedada a instalação de estruturas de apoio em terra.</p>
<b>Z2M</b> <b>Z2ME</b>	<p>Art. 55 - A gestão da Z2M observará as seguintes diretrizes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I. manutenção da funcionalidade dos ecossistemas garantindo a conservação da diversidade biológica, assim como do patrimônio histórico, paisagístico, cultural e arqueológico;</li> <li>II. Estímulo ao manejo sustentável dos recursos naturais;</li> <li>III. melhoria da qualidade de vida das comunidades tradicionais;</li> <li>IV. fomento ao uso dos recursos paisagísticos e culturais para o ecoturismo;</li> <li>V. promoção da manutenção e melhoria da qualidade das águas costeiras.</li> </ul>	<p>Art. 56 - Na Z2M são permitidos, além daqueles estabelecidos para a Z1M, os seguintes usos e atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I - aquicultura;</li> <li>II - Pesca artesanal;</li> <li>III - Estruturas náuticas Classe 1.</li> </ul> <p>Parágrafo único - Não será permitida a pesca artesanal em embarcações acima de 12 (doze) metros de comprimento.</p> <p>Art. 58 - A Z2M é integrada, também, pela Subzona Z2ME - Zona 2 Marinha Especial, cujas características, diretrizes, usos e metas são os mesmos da Zona 2 Marinha.</p> <p>§ 1° - Fica vedada na Z2ME a pesca de arrasto motorizado e a implantação de estruturas náuticas Classe 1.</p> <p>§ 2° - O limite da Z2ME abrange uma faixa marítima de 800 (oitocentos) metros, a partir da linha de baixa-mar.</p> <p>Art. 59 - Para efeito de licenciamento e fiscalização enquadram-se como Z2ME os trechos dos corpos d'água contíguos aos manguezais, que em razão de escala, não são visualizados no mapa que constitui o Anexo único deste decreto.</p>

Tabela 6.1.2.2.11-2 (Continuação): Diretrizes e Usos e Atividades Permitidas - Zoneamento Marinho.

ZONEAMENTO MARINHO		
ZONAS	DIRETRIZES	USOS E ATIVIDADES PERMITIDOS
<b>Z3M</b> <b>Z3EM</b>	<p>Art. 61 - A gestão da Z3M observará as seguintes diretrizes:</p> <p>I. manutenção da funcionalidade dos ecossistemas, buscando a recuperação da diversidade biológica e do patrimônio histórico, paisagístico, cultural e arqueológico;</p> <p>II. Promoção da gestão sustentável dos recursos naturais;</p> <p>III. Controle das fontes poluidoras.</p>	<p>Art. 62 - Na Z3M são permitidos, além daqueles estabelecidos para Z1M e a Z2M, os seguintes usos e atividades:</p> <p>I. pesca industrial;</p> <p>II. Estruturas náuticas Classe 2;</p> <p>III. Pesca artesanal em embarcações acima de 12 (doze) metros de comprimento.</p> <p>Art. 64 - A Z3M é integrada, também, pela Subzona Z3ME - Zona 3 Marinha Especial, cujas características, diretrizes, usos e metas são os mesmos da Zona 3 Marinha.</p> <p>§ 1º - Fica vedada na Z3ME a pesca de arrasto motorizado.</p> <p>§ 2º - O limite da Z3ME abrange uma faixa de 800 (oitocentos) metros, a partir da linha de baixa-mar.</p>
<b>Z5M</b> <b>Z5EM</b>	<p>Art. 70 - A gestão da Z5M observará as seguintes diretrizes:</p> <p>I. promoção da funcionalidade dos ecossistemas, buscando a recuperação da diversidade biológica e do patrimônio histórico, paisagístico, cultural e arqueológico;</p> <p>II. Promoção da gestão sustentável dos recursos naturais;</p> <p>III. Controle das fontes poluidoras.</p>	<p>Art. 71 - Na Z5M são permitidos, além daqueles estabelecidos para a Z1M, a Z2M, a Z3M e a Z4M, os seguintes usos e atividades:</p> <p>I. náuticas e aeroportuárias;</p> <p>II. Estruturas portuárias.</p>
<b>Z5MEP</b> <b>Z5EMEP</b>	<p>Art. 75 - A gestão da Z5MEP observará, como diretriz, a compatibilização da atividade portuária com:</p> <p>I. a funcionalidade dos ecossistemas;</p> <p>II. a conservação dos recursos naturais;</p> <p>III. o manejo sustentável dos recursos naturais;</p> <p>IV. o controle da poluição;</p> <p>V. a manutenção da qualidade das águas.</p>	<p>Art. 76 - Na Z5MEP, observado o disposto no artigo 3º do presente decreto, são permitidos, além daqueles estabelecidos para a Z1M, os seguintes usos e atividades:</p> <p>I. empreendimentos portuários e retroportuários, desde que atendida a legislação pertinente;</p> <p>II. pesca artesanal, vedado o arrasto motorizado.</p>

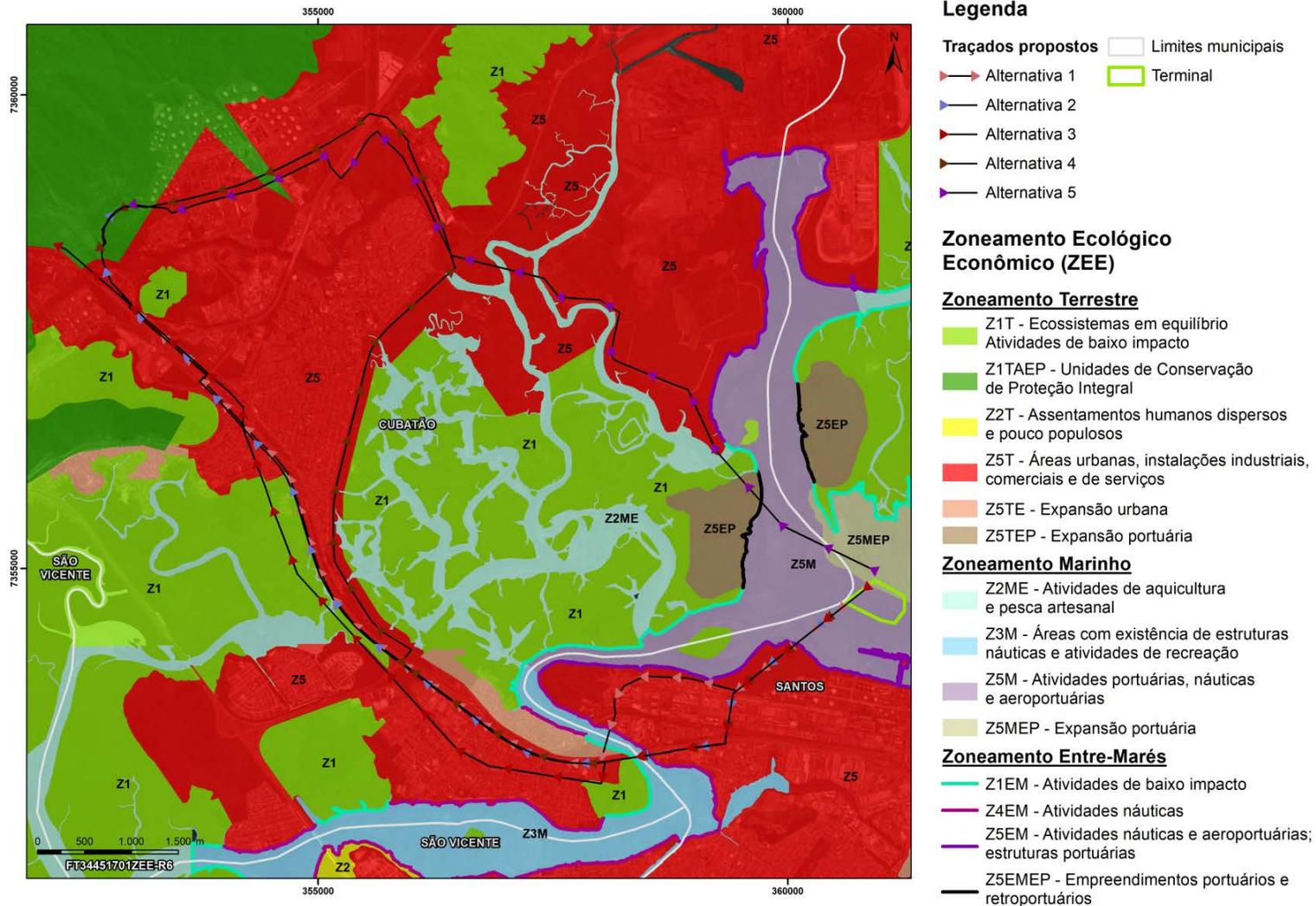
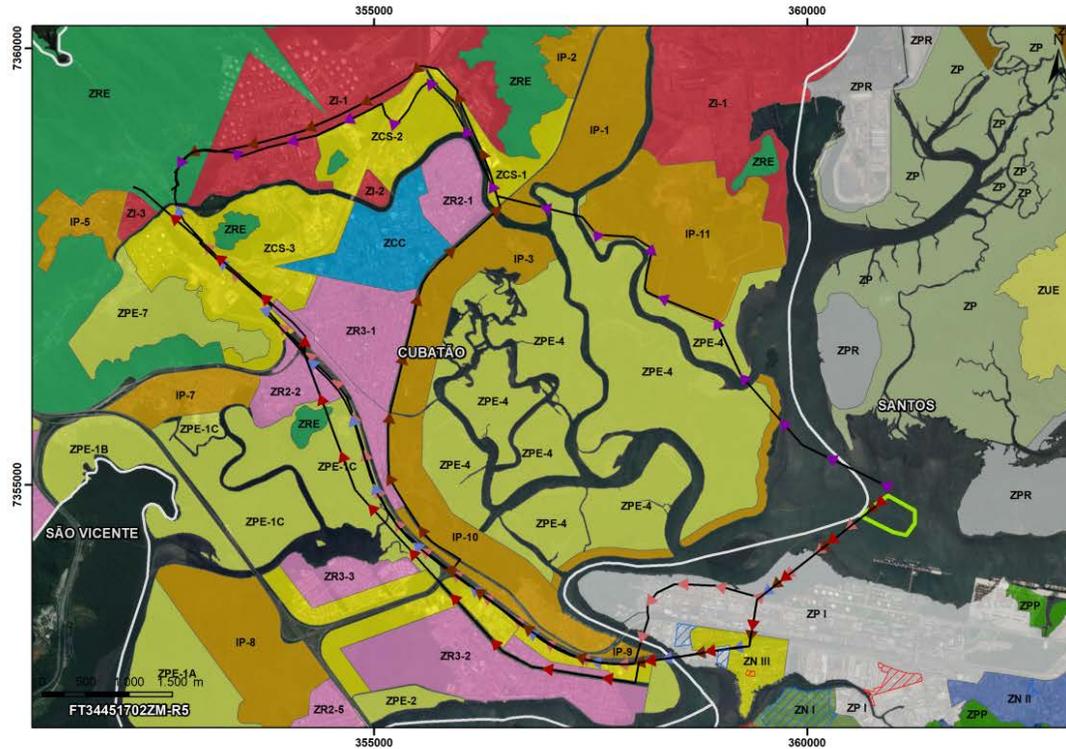


Figura 6.1.2.2.11-1: Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE.

#### 6.1.2.2.12. Zoneamento Municipal

A Figura 6.1.2.2.12 apresenta a sobreposição dos traçados estudados com o Zoneamento Municipal dos municípios de Santos e Cubatão.

A maior parte da extensão das alternativas está localizada no município de Cubatão, onde os traçados atravessam principalmente áreas de Interesse Público (IP), além de zonas residenciais (ZR), industrial (ZI), e de comércio e serviços (ZCS). Alguns traçados apresentam sobreposições pontuais com as Zonas de Preservação Ecológica (ZPE) de Cubatão e de Reserva Ecológica (ZRE). Em relação ao município de Santos, as alternativas estudadas para o traçado do gasoduto do Projeto de Reforço Estrutural do Suprimento de Gás da Baixada Santista localizam-se quase na sua totalidade na Zona Portuária I e um pequeno trecho na Zona Noroeste III.



**Legenda**

**Traçados propostos**

- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Alternativa 4
- Alternativa 5

- Terminal
- Limites municipais

**Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS)<sup>3</sup>**

- ▨ ZEIS 01
- ▨ ZEIS 02

<sup>1</sup> Prefeitura Municipal de Cubatão. Leis Complementares nº 2.513 de 14/09/1998 e 69/2012.

<sup>2</sup> Prefeitura de Santos, Leis Compl. 729, 730/2011 e 821/2013.

<sup>3</sup> Prefeitura de Santos, Lei Complementar 53/1992, atualizada em dezembro de 2013

**ZONEAMENTOS MUNICIPAIS**

**Zoneamento Municipal de Cubatão<sup>1</sup>**

- Zona Industrial (ZI)
- Zona Residencial (ZR)
- Zona de Comércio Central (ZOC)
- Zona de Comércio e Serviços (ZCS)
- Zona de Preservação Ecológica (ZPE)
- Zona de Reserva Ecológica (ZRE)
- Área de Interesse Público (IP)

**Zoneamento Municipal de Santos<sup>2</sup>**

- Santos Continental - Área de Proteção Ambiental**
- ZUA - ZONA DE USO AGROPECUÁRIO
  - ZP - ZONA DE PRESERVAÇÃO
  - ZUE - ZONA DE USO ESPECIAL

**Santos Continental - Área de Expansão Urbana**

- ZPR - ZONA PORTUÁRIA RETROPORTUÁRIA

**Santos Insular**

- ZM I - ZONA DE MORROS I

- ZP I - ZONA PORTUÁRIA I

- ZN I - ZONA NOROESTE I

- ZN II - ZONA NOROESTE II

- ZN III - ZONA NOROESTE III

- ZPP - ZONA DE PROTEÇÃO PAISAGÍSTICA

Figura 6.1.2.2.12-1: Zoneamento Municipal -Santos e Cubatão/SP.

A seguir são apresentadas as interferências das alternativas de traçado junto aos Zoneamentos Municipais estabelecidos pelos Plano Diretores e Leis de Uso e Ocupação do solo de cada município e a aderência da atividade às diretrizes municipais. Não há incidência de traçado propostos na porção continental do município de Santos. Não foi constatada restrição específica para implantação do Gasoduto, tendo sido emitido pelas prefeituras de Santos e Cubatão a Certidão de Uso e Ocupação do Solo.

A Tabela 6.1.2.2.12-1 apresenta um resumo sobre a incidência do zoneamento sobre as alternativas estudadas.

Tabela 6.1.2.2.12-1: Quadro resumo - zonas mais sensíveis interceptadas pelas alternativas do empreendimento

Município / Legislação	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5	Aderência às diretrizes municipais
Santos Insular (Lei Complementar 730/2011)	-	Zona Noroeste III - ZN III	Zona Noroeste III - ZN III	Zona Noroeste III - ZN III	-	Restrição a atividades portuárias e retroportuárias, incluindo dutovias
	Zona Portuária I - ZP I	Zona Portuária I - ZP I	Zona Portuária I - ZP I	Zona Portuária I - ZP I	-	Não consta restrição específica
Cubatão (Lei Complementar 2513/1998)	Área de Interesse Público - IP-9	-	-	Área de Interesse Público - IP-1, 3, 9 e 10	Área de Interesse Público - IP-1, 11 e 12	Não consta restrição, tampouco existe enquadramento específico para a atividade
	-	Zona de Reserva Ecológica - ZRE	Zona de Reserva Ecológica - ZRE	Zona de Reserva Ecológica - ZRE	Zona de Reserva Ecológica - ZRE	Não consta restrição, tampouco existe enquadramento específico para a atividade
	Zona de Preservação Ecológica - ZPE 1C	Zona de Preservação Ecológica - ZPE 1C	Zona de Preservação Ecológica - ZPE 1C	Zona de Preservação Ecológica - ZPE 3	Zona de Preservação Ecológica - ZPE 4	Não consta restrição, tampouco existe enquadramento específico para a atividade
	Zona Residencial (Média densidade) - 2, 4	Zona Residencial (Média densidade) - 2, 3 e 4	Zona Residencial (Média densidade) - 2, 4	-	-	Não consta restrição, tampouco existe enquadramento específico para a atividade
	Zona de Comércio e Serviços - ZCS 3, 4A	Zona de Comércio e Serviços - ZCS 3, 4A e 4B	Zona de Comércio e Serviços - ZCS 3, 4A	Zona de Comércio e Serviços - ZCS 1, 4A e 4B	Zona de Comércio e Serviços - ZCS 1 e 2	Não consta restrição, tampouco existe enquadramento específico para a atividade
	-	-	-	Zona Industrial - ZI 1	Zona Industrial - ZI 1	Não consta restrição, tampouco existe enquadramento específico para a atividade

### 6.1.2.3. Análise Prévia dos Riscos

A análise prévia dos riscos foi realizada com base nas 05 alternativas de traçado para o gasoduto, cuja análise contemplou a operação do FSRU (Largo do Canéu) associado a cada traçado de forma individual.

Para todas as alternativas analisadas foi adotada a metodologia apresentada na Parte III da Norma Cetesb P4.261 – Risco de Acidente de Origem Tecnológica – Método para decisão e termos de referência.

Além disso, foram adotadas as seguintes premissas, comuns para todas as situações analisadas:

- A distribuição populacional na região foi realizada:
  1. Com base na população residencial proveniente do censo do IBGE 2010, com projeção para 2017;
  2. Para rodovias foram adotadas 2 situações distintas, sendo:
    - 1/3 do tempo (dezembro a março) considerado congestionamento durante 2 dias em uma das pistas da rodovia (1 veículo a cada 7,5 m em cada faixa

de cada pista, com 3 pessoas dentro), e tráfego normal na outra pista (1 veículo a cada 50 m em cada faixa de cada pista, com 3 pessoas dentro). No restante da semana foi considerada condição de tráfego normal em ambas as pistas (1 veículo a cada 50 m em cada faixa da pista, com 3 pessoas dentro);

- 2/3 do tempo (abril a novembro) considerado tráfego normal em todos os dias, em ambas as pistas (1 veículo a cada 50 m em cada faixa de cada pista, com 3 pessoas dentro).
  
- Para os trechos em que foi identificado paralelismo ou cruzamento com outros dutos de transporte de substâncias químicas perigosas foi estimado e apresentado o risco acumulado da faixa;
  
- Para os trechos em que foi identificado paralelismo ou cruzamento com dutos de transporte de líquidos inflamáveis foi considerado um espalhamento de poça de 5.000 m<sup>2</sup> projetado de forma circular na área de menor elevação, próxima aos dutos em análise. Esta mesma análise foi realizada considerando uma área de espalhamento de poça de 10.000 m<sup>2</sup>, mas não foi observada qualquer diferença significativa nos resultados, uma vez que nos trechos em que paralelismo ou cruzamento com outros dutos de transporte de substâncias químicas perigosas há presença de duto de transporte de GLP, o qual é o principal contribuinte do risco acumulado;
  
- Os parâmetros adotados para o estudo das consequências provenientes de outros dutos de transporte de substâncias químicas perigosas, os quais fazem paralelismo ou cruzamento com os trechos das alternativas analisadas, foram retirados de Estudos de Análise de Riscos já elaborados para estes dutos. Exceção para o duto SDGN Cubatão da própria Comgas, para os quais as informações foram obtidas por meio da própria Comgas;
  
- As taxas de escoamento para os dutos de transporte de líquidos inflamáveis foram determinadas com base nas taxas de transferência dos líquidos, relacionada ao tempo de detecção e paralização das bombas, e na diferença de elevação do traçado (planialtimetria do traçado) entre os pontos de saída do duto (ponto inicial do duto), ponto de vazamento estudado (trecho em análise) e ponto de chagado duto (entrada no Terminal ou Refinaria);

- As frequências de ocorrência foram determinadas com base no *9th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group (EGIG)*, para gases inflamáveis, e no relatório CONCAWE 7/17 – Statistical Summary of Reported Spillages in 2015 and since 1971, para dutos de líquidos inflamáveis e gases liquefeitos inflamáveis;
- As classes de vazamento estudadas em todas as situações envolvendo vazamentos em dutos de transporte de substâncias químicas perigosas foram:
  1. Grande vazamento: 100% do diâmetro;
  2. Médio vazamento: 20% do diâmetro;
  3. Pequeno vazamento: 5% do diâmetro.
- As direções de vazamento estudadas em todas as situações envolvendo vazamentos em dutos de transporte de substâncias químicas perigosas foram:
  1. Angular 45°, com 2/3 da frequência de ocorrência;
  2. Vertical, com 1/3 da frequência de ocorrência.
- Para cada alternativa analisada foram estimados os riscos de diferentes trechos, com base na proximidade de população e na existência de paralelismo ou cruzamento com outros dutos de transporte de substâncias químicas perigosas. Neste relatório estão apresentados somente os resultados do risco individual e do risco social julgado como representativo para a situação de risco mais elevado em cada trecho em análise, para cada alternativa locacional estudada.

É importante esclarecer que durante o estudo de todas as alternativas locais foram analisados também os riscos social e individual apenas do duto de gás natural do projeto em questão, e que em nenhuma das alternativas locais este duto analisado isoladamente dos demais já presentes na região resultou em risco social e individual intolerável.

No entanto, para a análise de alternativas locais estes resultados não são apresentados devido ao fato de haver outros dutos já instalados e em operação na região, sendo necessário a avaliação do risco acumulado para tomada de decisão.

Além disso, também foram analisadas todas as alternativas considerando a redução dos riscos devido a instalação de placas de concreto e sinalização das faixas da Comgas e da Transpetro, nas regiões de paralelismo e cruzamentos dos dutos, sendo aplicado para isto uma redução de 80% sobre a causa específica de "Ação de Terceiros".

Porém, mesmo aplicando esta redução não foi possível obter resultados com riscos toleráveis para as alternativas locais n°1, n°2, n°3 e n°4. Para a alternativa locacional n°5 esta medida foi efetiva para redução dos riscos a níveis que podem ser considerados toleráveis, quando analisados em conjunto.

Os resultados com a redução dos riscos oriundos da implantação da medida de instalação de placas de concreto e sinalização das faixas da Comgás e da Transpetro não estão apresentados neste relatório, uma vez que trata-se de uma medida mitigadora que pode ser ou não adotada no projeto.

A seguir são apresentados os resultados do risco individual e do risco social das alternativas locais analisadas. Especificidades de cada alternativa locacional analisada são apresentadas diretamente em cada item.

#### 6.1.2.3.1. Alternativa 1

A alternativa 1 proposta para a interligação do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito - GNL ao *City Gate* apresenta trecho marítimo no canal do Porto de Santos e trecho terrestre atravessando área da SPU e seguindo pela faixa de servidão da Sabesp, passando por aglomerados urbanos; como exemplo a Vila dos Criadores.



Figura 6.1.2.3.1-1: Localização da Alternativa 1 para a implantação do Gasoduto Marítimo e Terrestre para escoamento de Gás Natural.

Nesta alternativa locacional o duto do projeto em análise tem paralelismo com os dutos da Transpetro e o duto SDGN Cubatão, da própria Comgás, ao longo de quase toda a extensão, estando estes elencados a seguir.

Esclarece-se que embora possam ser transportadas outras substâncias químicas além das indicadas para cada duto, foram consideradas nesta análise as substâncias químicas transportadas em cada duto com o maior potencial de consequências.

Trecho da Vila dos Criadores e da Vila dos Pescadores:

- Paralelismo com dutos Transpetro: A2 (claros/nafta), A4 (claros/gasolina), A6 (claros/óleo diesel), A8 (escuros/óleo combustível) e A9 (GLP). Demais dutos atualmente desativados foram desconsiderados da análise.

Trecho da Rodovia Anchieta (indicado na figura acima):

- Paralelismo e cruzamento com dutos Transpetro: A2 (claros/nafta), A4 (claros/gasolina), A6 (claros/óleo diesel), A8 (escuros/óleo combustível), A9 (GLP), R4 (Petróleo) e R9 (GLP). Demais dutos atualmente desativados foram desconsiderados da análise.

Demais trechos do traçado:

- Paralelismo com duto Comgás SDGN Cubatão (gás natural).

Nesta alternativa locacional estão apresentados os resultados do risco individual e do risco social acumulado para o trecho de paralelismo com os dutos Transpetro na região da Vila dos Criadores.

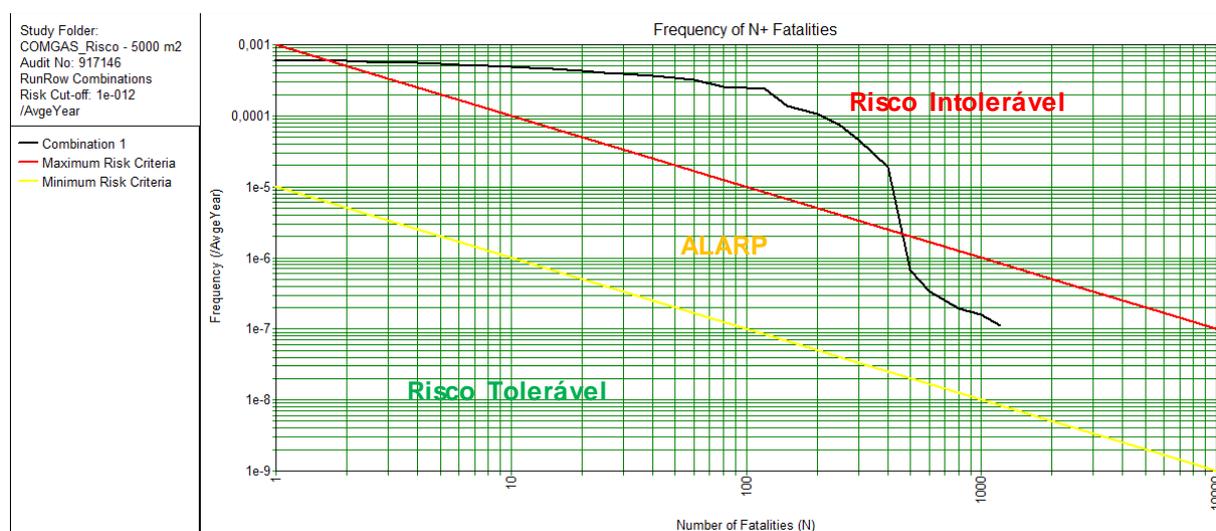


Figura 6.1.2.3.1-3: Risco Social Acumulado no Trecho da Vila dos Criadores.

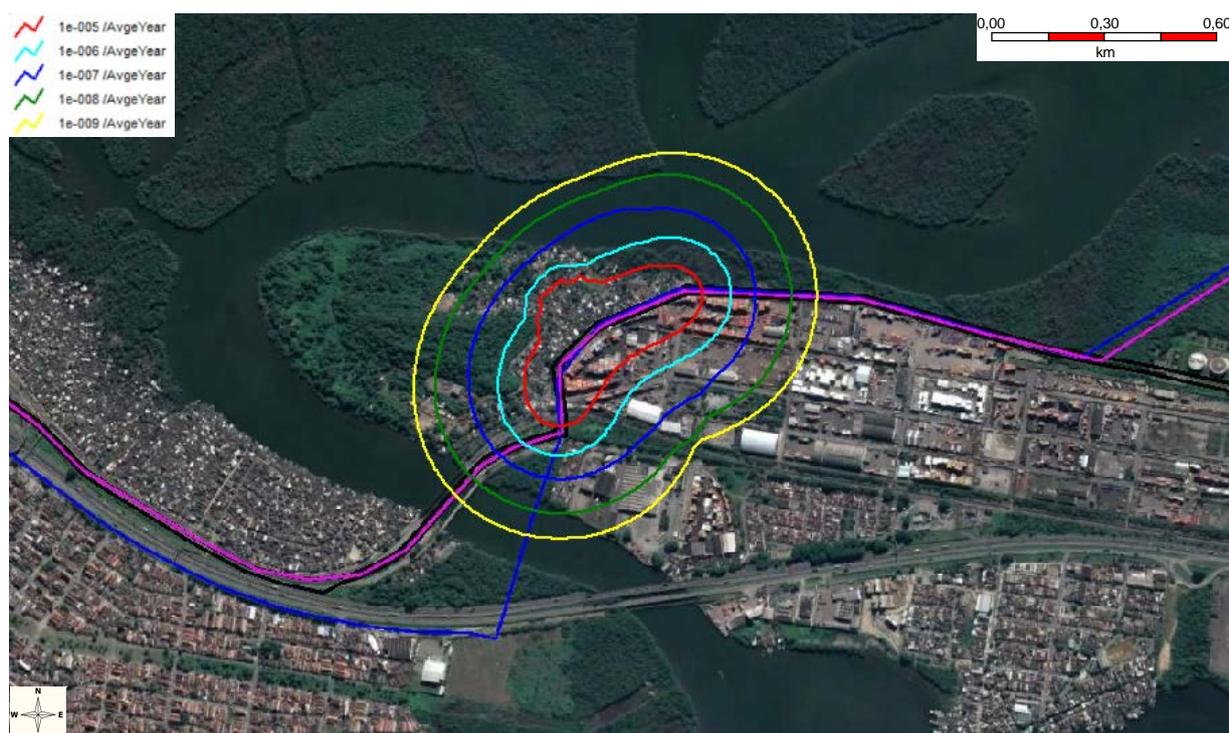


Figura 6.1.2.3.1-4: Risco Individual Acumulado no Trecho da Vila dos Criadores.

Com base nos resultados apresentados para o risco social e risco individual acumulados no trecho da Vila dos Criadores conclui-se que os riscos são considerados intoleráveis quando analisados em conjunto, uma vez que o risco social está em maior parte na região de intolerabilidade da curva F-N e o risco individual resulta em nível de risco de  $1,00 \times 10^{-5}$ /ano com abrangência em região com presença de adensamento populacional significativo.

#### 6.1.2.3.2. Alternativa 2

A Alternativa 2 proposta para a interligação do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito - GNL ao *City Gate* apresenta trecho marítimo no canal do Porto de Santos e trecho terrestre atravessando o Terminal da Alemoa pela Rua: Benildo Gardiano de Carvalho, com o intuito de evitar o paralelismo aos dos dutos da Transpetro nesta região; seguindo pela faixa de servidão da Sabesp, paralela à Avenida Anchieta, passando pelas proximidades de aglomerados urbanos; como exemplo a Vila dos Pescadores e Vila Costa Muniz, conforme Alternativa C1.



Figura 6.1.2.3.2-1: Localização da alternativa A2 para a implantação do Gasoduto Marítimo e Terrestre para escoamento de Gás Natural.

Nesta alternativa locacional o duto do projeto em análise tem paralelismo com os dutos da Transpetro e o duto SDGN Cubatão, da própria Comgás, ao longo de quase toda a extensão, estando estes elencados a seguir.

Esclarece-se que embora possam ser transportadas outras substâncias químicas além das indicadas para cada duto, foram consideradas nesta análise as substâncias químicas transportadas em cada duto com o maior potencial de consequências.

Trecho da Vila dos Pescadores:

- Paralelismo com dutos Transpetro: A2 (claros/nafta), A4 (claros/gasolina), A6 (claros/óleo diesel), A8 (escuros/óleo combustível) e A9 (GLP). Demais dutos atualmente desativados foram desconsiderados da análise.

Trecho da Rodovia Anchieta (indicado na figura acima):

- Paralelismo e cruzamento com dutos Transpetro: A2 (claros/nafta), A4 (claros/gasolina), A6 (claros/óleo diesel), A8 (escuros/óleo combustível), A9 (GLP), R4 (Petróleo) e R9 (GLP). Demais dutos atualmente desativados foram desconsiderados da análise.

Demais trechos do traçado:

- Paralelismo com duto Comgás SDGN Cubatão (gás natural).

Nesta alternativa locacional estão apresentados os resultados do risco individual e do risco social acumulado para o trecho de paralelismo com os dutos Transpetro na região da Vila dos Pescadores.

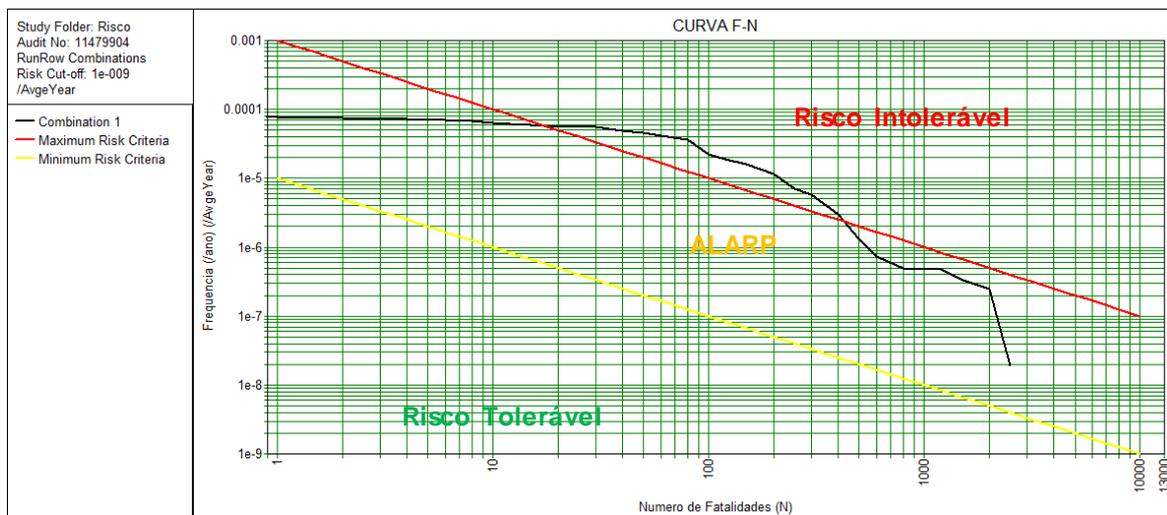


Figura 6.1.2.3.1-3: Risco Social Acumulado no Trecho da Vila dos Pescadores.

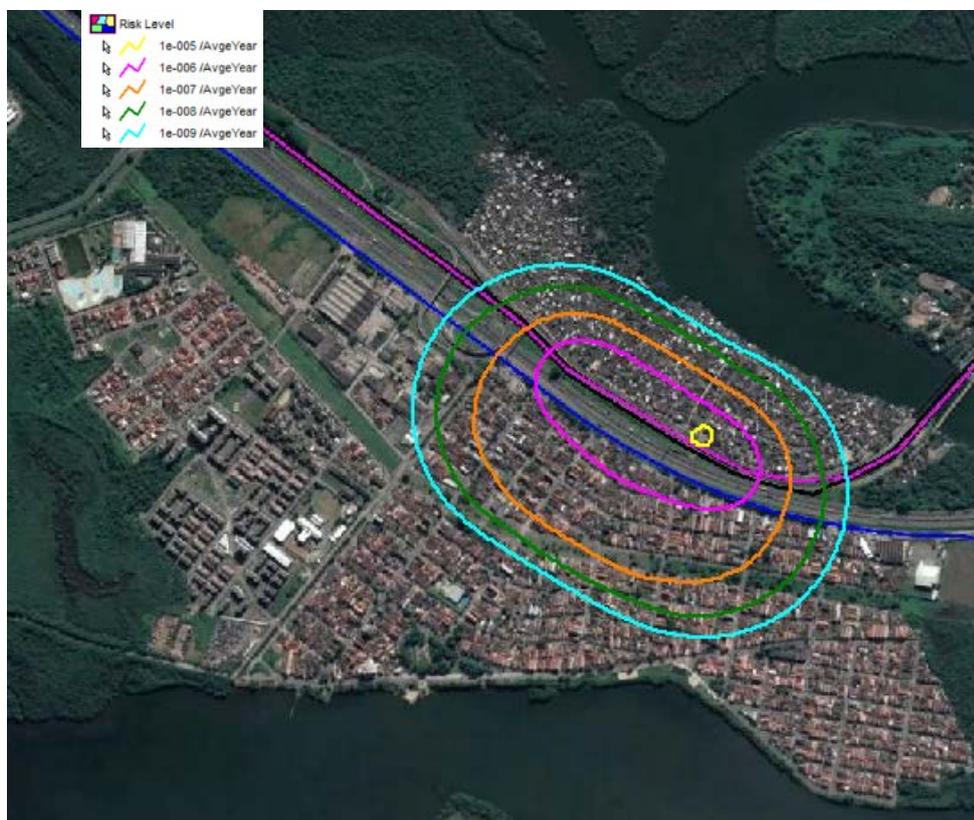


Figura 6.1.2.3.1-4: Risco Individual Acumulado no Trecho da Vila dos Pescadores.

Com base nos resultados apresentados para o risco social e risco individual acumulados no trecho da Vila dos Pescadores conclui-se que os riscos são considerados intoleráveis quando analisados em conjunto, uma vez que o risco social atinge um trecho considerável da região de intolerabilidade da curva F-N e o risco individual resulta em nível de risco de  $1,00 \times 10^{-5}$ /ano, o qual embora tenha pequena abrangência está em região com presença de adensamento populacional significativo.

### 6.1.2.3.3. Alternativa 3

A Alternativa 3 proposta para a interligação do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito - GNL ao *City Gate* apresenta trecho marítimo no canal do Porto de Santos e trecho terrestre atravessando o Terminal da Alemoa pela Rua: Benildo Gardiano de Carvalho, conforme alternativa C2. Optou-se por seguir pela faixa de servidão da CPFL, atravessando a Rodovia Anchieta e passando por aglomerados urbanos; exemplo Jardim Casqueiro e Parque São Luís; e também por Unidades de Conservação como o Parque Cotia Pará.

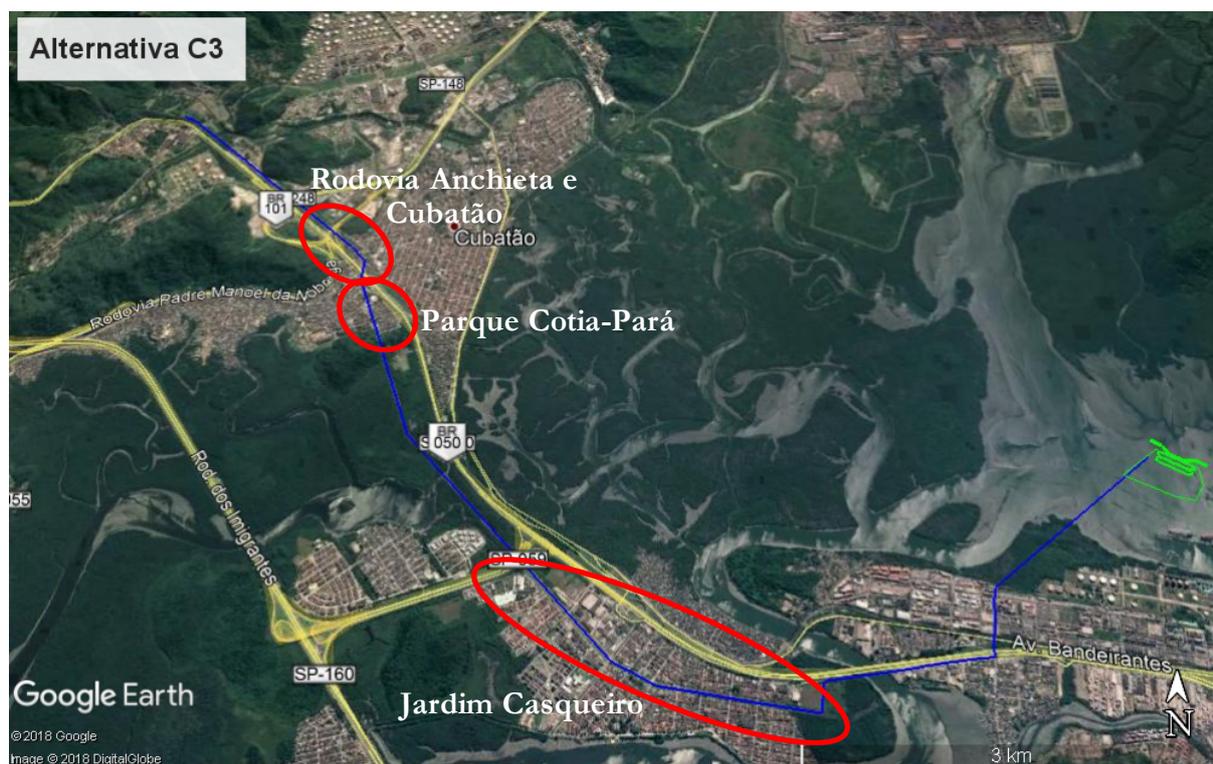


Figura 6.1.2.3.3-1: Localização da alternativa 3 para a implantação do Gasoduto Marítimo e Terrestre para escoamento de Gás Natural.

Nesta alternativa locacional o duto do projeto em análise tem paralelismo com o duto SDGN Cubatão da própria Comgas, na região do Jardim Casqueiro, e paralelismo e cruzamento com os

duto da Transpetro na região da Rodovia Anchieta, próximo ao cruzamento com a Rodovia Cônego Domênico Rangoni e o acesso à cidade de Cubatão, estando estes elencados a seguir.

Esclarece-se que embora possam ser transportadas outras substâncias químicas além das indicadas para cada duto, foram consideradas nesta análise as substâncias químicas transportadas em cada duto com o maior potencial de consequências.

Trecho do Jardim Casqueiro:

- Paralelismo com duto Comgás SDGN Cubatão (gás natural).

Trecho da Rodovia Anchieta, com cruzamento da Rodovia Cônego Domênico Rangoni e proximidade à cidade de Cubatão:

- Paralelismo e cruzamento com dutos Transpetro: A2 (claros/nafta), A4 (claros/gasolina), A6 (claros/óleo diesel), A8 (escuros/óleo combustível), A9 (GLP), R4 (Petróleo) e R9 (GLP). Demais dutos atualmente desativados foram desconsiderados da análise.

Nesta alternativa locacional estão apresentados os resultados do risco individual e do risco social acumulado para o trecho de paralelismo com os dutos Transpetro na região da Rodovia Anchieta, em proximidade a cidade de Cubatão.

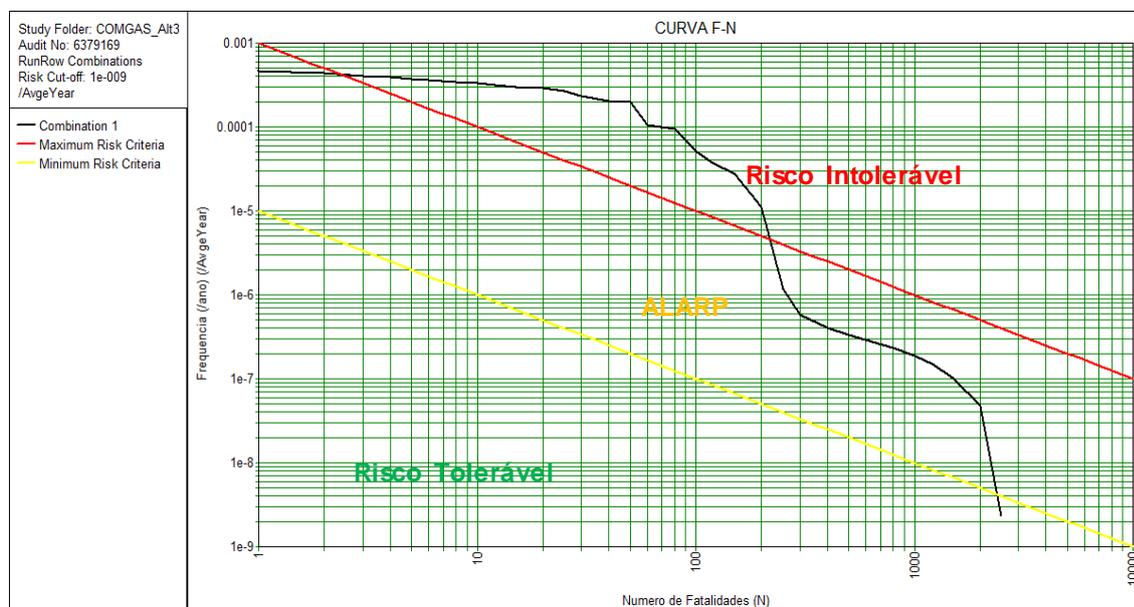


Figura 6.1.2.3.1-3: Risco Social Acumulado no Trecho da Rodovia Anchieta, em proximidade a cidade de Cubatão.

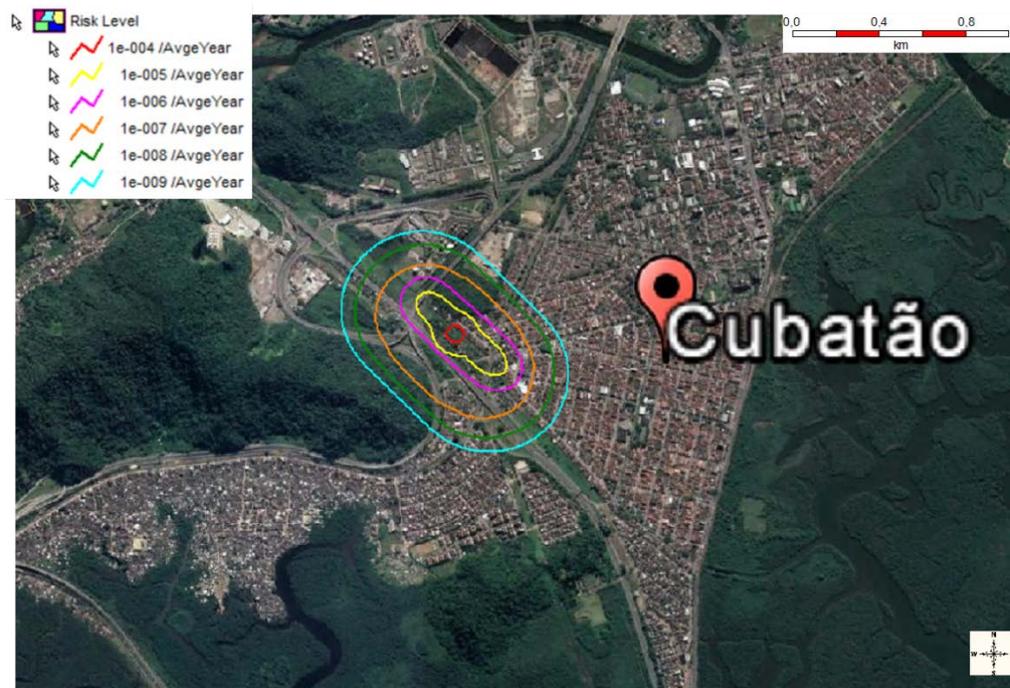


Figura 6.1.2.3.1-4: Risco Individual Acumulado no Trecho da Rodovia Anchieta, em proximidade a cidade de Cubatão.

Com base nos resultados apresentados para o risco social e risco individual acumulados no trecho da Rodovia Anchieta, em proximidade a cidade de Cubatão, conclui-se que os riscos são considerados intoleráveis quando analisados em conjunto, uma vez que o risco social está em grande parte em região de intolerabilidade da curva F-N e o risco individual resulta em nível de risco de  $1,00 \times 10^{-4}$ /ano em região sem presença de população e  $1,00 \times 10^{-5}$ /ano com abrangência em região com presença de população residencial na cidade de Cubatão.

#### 6.1.2.3.4. Alternativa 4

A Alternativa 4 proposta para a interligação do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito - GNL ao *City Gate*, assim como a alternativa C2, apresenta trecho marítimo no canal do Porto de Santos e trecho terrestre atravessando o Terminal da Alemoa; seguindo pela faixa de servidão da Sabesp, paralela à Avenida Anchieta até o trecho de interligação Anchieta-Imigrantes, onde passa a acompanhar a malha ferroviária, contornando a área residencial de Cubatão seguindo até a faixa de servidão da CPFL.



Figura 6.1.2.3.4-1: Localização da alternativa C4 para a implantação do Gasoduto Marítimo e Terrestre para escoamento de Gás Natural.

Nesta alternativa locacional o duto do projeto em análise tem paralelismo com os dutos da Transpetro na região da Vila dos Pescadores, já analisado na alternativa locacional nº2, paralelismo com os dutos da Transpetro e o duto SDGN Cubatão, da própria Comgás, na região de entrada para a cidade de Cubatão, e paralelismo com o duto SDGN Cubatão, o etilenoduto da PQU e o amonioduto da Vale Fertilizantes, na região das indústrias, estando estes elencados a seguir.

Esclarece-se que embora possam ser transportadas outras substâncias químicas além das indicadas para cada duto, foram consideradas nesta análise as substâncias químicas transportadas em cada duto com o maior potencial de consequências.

Trecho da Vila dos Pescadores:

- Paralelismo com dutos Transpetro: A2 (claros/nafta), A4 (claros/gasolina), A6 (claros/óleo diesel), A8 (escuros/óleo combustível) e A9 (GLP). Demais dutos atualmente desativados foram desconsiderados da análise.

Trecho de entrada para a cidade de Cubatão:

- Paralelismo com dutos Transpetro: A2 (claros/nafta), A4 (claros/gasolina), A6 (claros/óleo diesel), A8 (escuros/óleo combustível) e A9 (GLP). Demais dutos atualmente desativados foram desconsiderados da análise;

- Paralelismo com duto Comgás SDGN Cubatão (gás natural).

#### Trecho das Industrias

- Paralelismo com duto Comgás SDGN Cubatão (gás natural);
- Paralelismo com o etilenoduto da PQU (etileno);
- Paralelismo com o amonioduto da Vale Fertilizantes (amônia).

Nesta alternativa locacional estão apresentados os resultados do risco individual e do risco social acumulado para o trecho de paralelismo com os dutos Transpetro e SDGN Cubatão (Comgás) na região de entrada para a cidade de Cubatão. Os resultados dos riscos no trecho da Vila dos Pescadores, com paralelismo com os dutos Transpetro, podem ser visualizados na alternativa locacional nº2.

Esclarece-se que não foi possível estimar os riscos acumulados na região das Indústrias por falta de informações acerca da operação do amonioduto da Vale Fertilizantes.

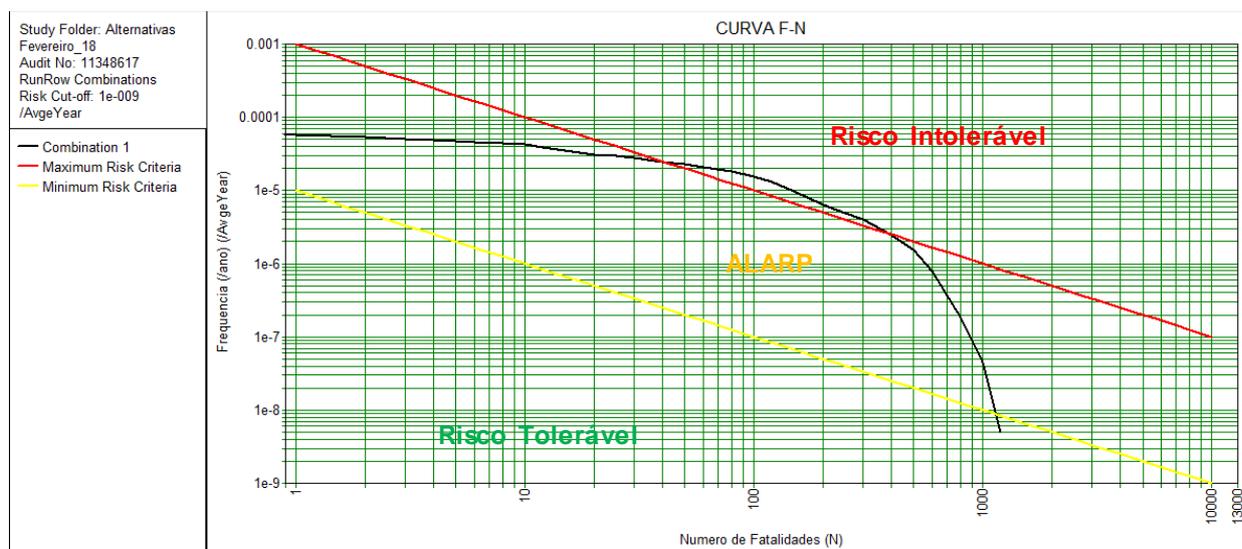


Figura 6.1.2.3.1-3: Risco Social Acumulado no Trecho de entrada para a cidade de Cubatão.

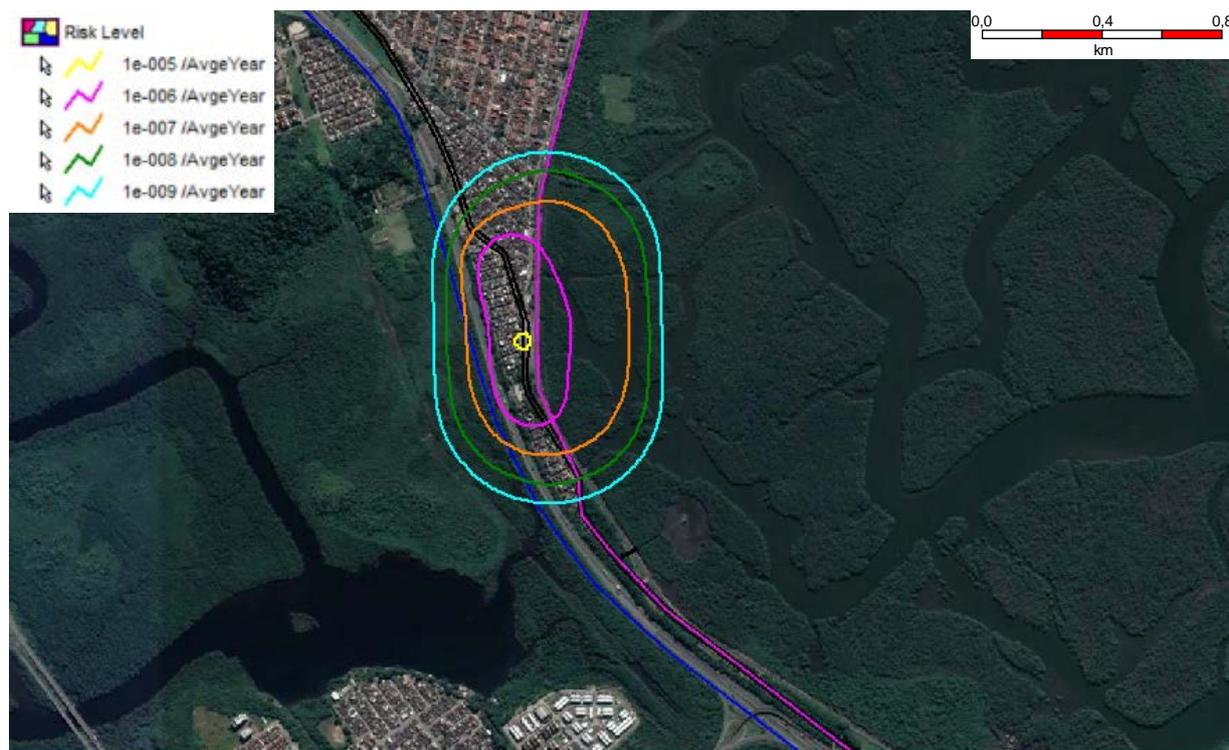


Figura 6.1.2.3.1-4: Risco Individual Acumulado no Trecho de entrada para a cidade de Cubatão.

Com base nos resultados apresentados para o risco social e risco individual acumulados no trecho de entrada para a cidade de Cubatão conclui-se que os riscos são considerados intoleráveis quando analisados em conjunto, uma vez que o risco social atinge a região de intolerabilidade da curva F-N e o risco individual resulta em nível de risco de  $1,00 \times 10^{-5}$ /ano com abrangência em região com presença de população na cidade de Cubatão.

#### 6.1.2.3.5. Alternativa 5

Já a alternativa 5 proposta para a interligação do Terminal Offshore de Recebimento de Gás Natural Liquefeito - GNL ao City Gate, apresenta trecho marítimo percorrendo o canal de Piaçaguera e em partes o Rio Mogi e Cubatão, e trecho terrestre atravessando a Rodovia Cônego Domênico Rangoni, seguindo pela faixa de servidão da CPFL paralela a Refinaria Presidente Bernardes (RPBC). Com o intuito de evitar tanto o paralelismo como o entroncamento aos dutos da Transpetro, e proximidades aos aglomerados urbanos nos trechos observados nas demais alternativas.



Figura 6.1.2.3.5-1: Localização da alternativa 5 para a implantação do Gasoduto Marítimo e Terrestre para escoamento de Gás Natural.

Nesta alternativa locacional o duto do projeto em análise tem paralelismo com o duto SDGN Cubatão, da própria Comgás, na região de travessia da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, e paralelismo com o duto SDGN Cubatão, o duto Merluzão da Petrobrás, o etilenoduto da PQU e o amonioduto da Vale Fertilizantes na região das indústrias, estando estes elencados a seguir.

Esclarece-se que embora possam ser transportadas outras substâncias químicas além das indicadas para cada duto, foram consideradas nesta análise as substâncias químicas transportadas em cada duto com o maior potencial de consequências.

- Trecho de travessia da Rodovia Cônego Domênico Rangoni;
- Paralelismo com duto Comgás SDGN Cubatão (gás natural).
- Trecho das Indústrias
- Paralelismo com duto Comgás SDGN Cubatão (gás natural);
- Paralelismo com o Merluzão da Petrobrás (gás natural);
- Paralelismo com o etilenoduto da PQU (etileno);
- Paralelismo com o amonioduto da Vale Fertilizantes (amônia).

Nesta alternativa locacional estão apresentados os resultados do risco individual e do risco social acumulado para o trecho do Jardim Anchieta, trecho este com risco social mais significativo em termos de resultados.

Esclarece-se que não foi possível estimar os riscos acumulados na região das Indústrias por falta de informações acerca da operação do amonioduto da Vale Fertilizantes.

Cabe esclarecer que quando analisado o trecho das Indústrias, considerando o paralelismo com os dutos SDGN Cubatão (Comgás), o Merluzão (Petrobrás) e etilenoduto (PQU), os riscos social e individual resultaram em região de tolerabilidade, devido ao baixo adensamento ocupacional. No entanto, é de se esperar que com a somatória dos riscos oriundos da presença do amonioduto haja elevação significativa destes, podendo chegar em região de intolerabilidade para o risco individual.

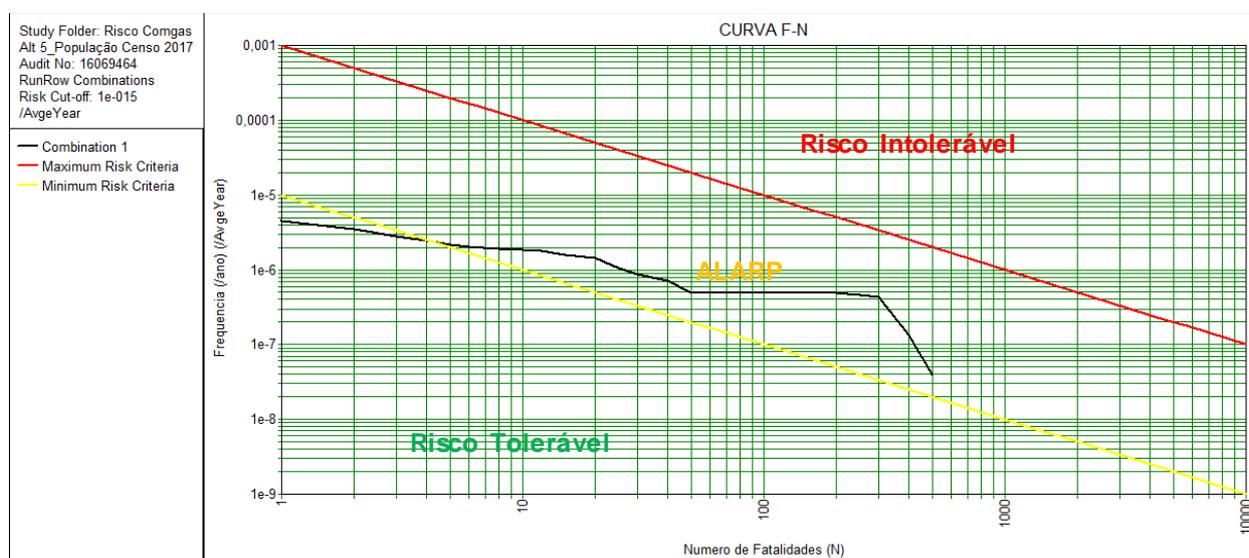


Figura 6.1.2.3.1-3: Risco Social Acumulado no Trecho do Jardim Anchieta.

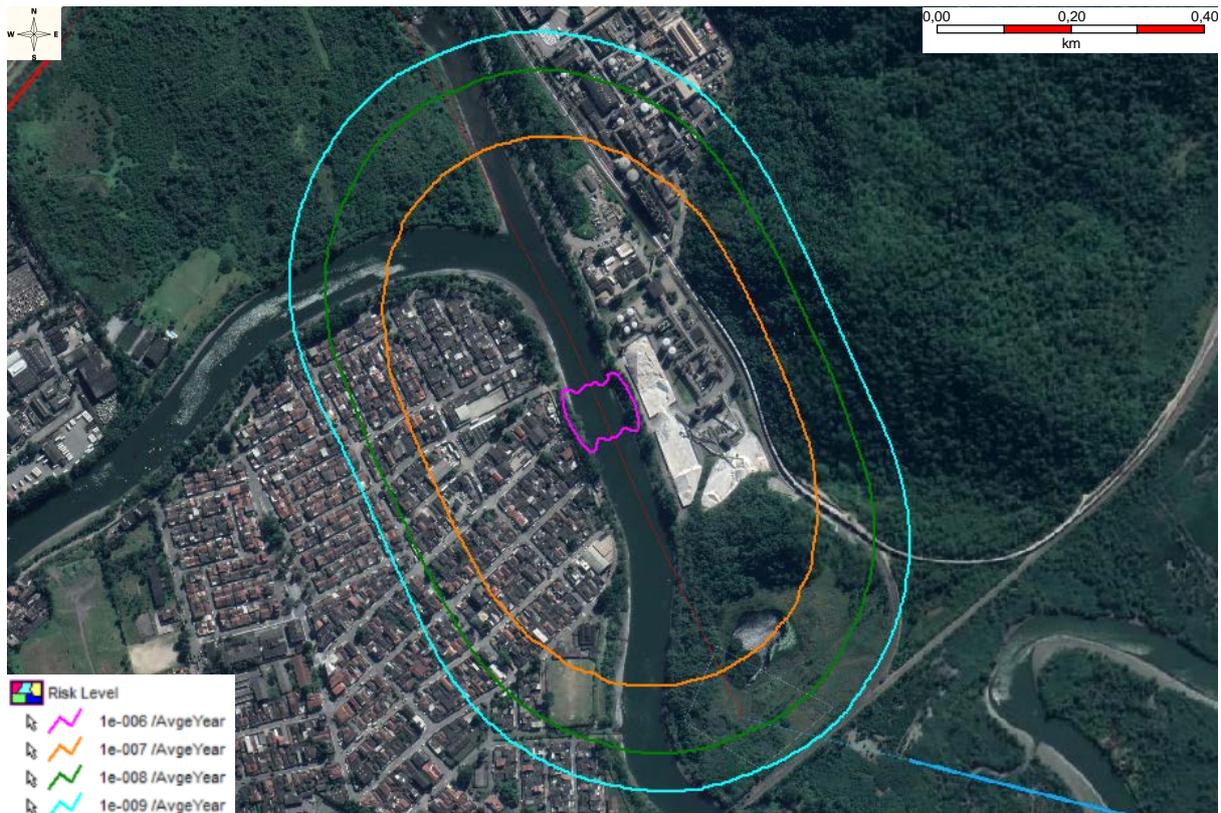


Figura 6.1.2.3.1-4: Risco Individual Acumulado no Trecho do Jardim Anchieta.

Com base nos resultados apresentados para o risco social e risco individual acumulados no trecho do Jardim Anchieta conclui-se que os riscos são considerados toleráveis quando analisados em conjunto, sendo necessário a adoção de medidas mitigadoras para redução dos riscos uma vez que o risco social está situado quase que em totalidade na região de ALARP da curva F-N e o risco individual resulta em nível de risco de  $1,00 \times 10^{-6}$ /ano restrito a área sem ocupação.

#### 6.1.2.4. Alternativa de maior viabilidade

Considerando principalmente os aspectos ambientais, de engenharia e da análise prévia de riscos, observa-se para as alternativas de traçados dos gasodutos avaliados, para os aspectos estudados, a Alternativa 5 apresenta critérios de maior viabilidade de implantação em comparação ao restante das alternativas. Apesar das alternativas 1 a 3 apresentarem menor interferência com a vegetação e áreas protegidas, estas alternativas não são adequadas à implantação do gasoduto devido à proximidade dos dutos da Petrobrás e à presença de aglomerados urbanos, que tornam o risco social e individual intolerável.

A Alternativa 5 apresenta os seguintes aspectos para sua implantação:

- supressão de apenas 2,96 ha de Floresta Ombrófila Densa;
- baixa interferência em áreas de preservação permanente (APP) – 6,60 ha de APPs de hidrografia e manguezais;
- aspectos geológicos e geomorfológicos mais favoráveis (pequenos trechos colinosos, consequentemente menores áreas susceptíveis a processos erosivos devido a inclinação);
- baixa interferência em recursos hídricos (06 travessias em cursos d'água e traçado não passa por áreas de manancial ou nascentes);
- menor trajeto a ser percorrido pelo gasoduto (11,3 Km);
- muito baixa concentração de áreas contaminadas cadastradas na Cetesb (proximidade apenas com áreas em processo de remediação (ACRe), Carbocloro e Rodhia Brasil, localizadas no Pólo Industrial de Cubatão);
- maior compatibilidade com os zoneamentos municipais e zoneamento ecológico econômico da Baixada Santista.; e
- baixo risco associado uma vez que não incide em trechos urbanos e apresenta baixa interferência em infraestruturas já existentes.

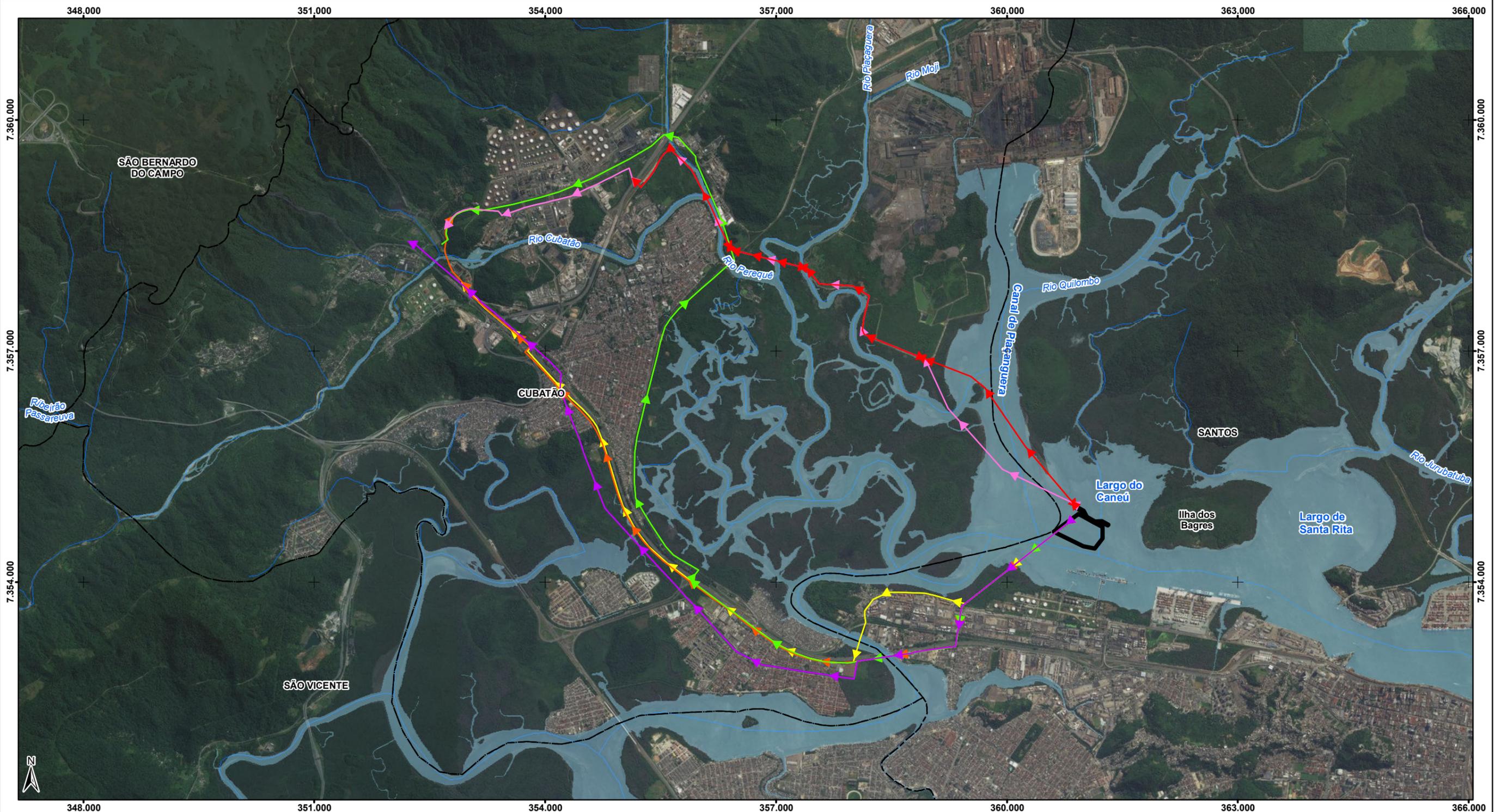
Em contrapartida, a Alternativa 5 apresentou maior valor de necessidade de compensação florestal por supressão de vegetação nativa (46,38 ha) se comparada com os valores obtidos para as demais alternativas avaliadas.

Em relação a análise prévia dos riscos, a Alternativa 5 foi a única das alternativas estudadas que não apresentou risco intolerável em nenhum ponto do traçado. Entretanto, o risco ficou na faixa de Alarp, o que levou a buscar um traçado ainda mais adequado do ponto de vista do risco.

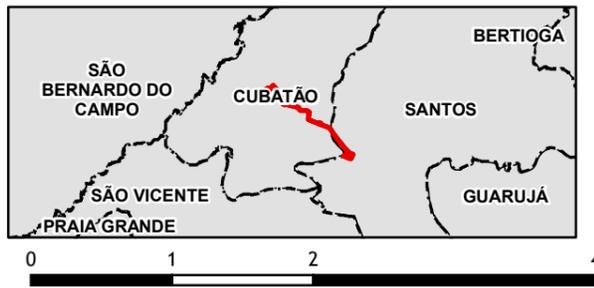
Desta forma, o traçado definido na Alternativa 5 foi melhor estudado, e sofreu algumas modificações, considerando também a minimização da interferência em áreas protegidas.

Além disto, conforme será apresentado no item 6.1.3, a localização escolhida para o *City Gate* também foi diferente daquela considerada como provisória para a análise dos traçados do gasoduto, o que resultou num trecho a ser percorrido pelo gasoduto mais curto do que o previsto anteriormente.

A Figura 6.1.2.7-1 abaixo apresenta o traçado final juntamente com as demais alternativas estudadas.



- Legenda**
- Curso d'água
  - Corpo d'água
  - Limite Municipal
  - Terminal
  - Alternativa C1
  - Alternativa C2
  - Alternativa C3
  - Alternativa C4
  - Alternativa C5
  - Alternativa Escolhida



Escala gráfica  
 Escala numérica 1:50.000  
 Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
 Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K  
 Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008

<b>EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>					
Projeto		<b>Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A</b>			
Mapa		<b>ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA O GASODUTO</b>			
Município (s)		<b>Santos, SP</b>	UGRHI	<b>07 - Baixada Santista</b>	
			Tipo	<b>Licença Prévia</b>	
Desenho	<b>3294_6.1_Alternativas_04_R0</b>	Escala	<b>1:50.000</b>	Tamanho	<b>A3</b>
		Versão	<b>R0</b>	Responsável Técnico pela Cartografia	
			<b>16/abr/2018</b>	<b>Joseane Urgnani</b> joseane.urnani@tetrattech.com	

Em relação à análise prévia dos riscos, a alternativa final proposta para a interligação do Terminal Offshore de Recebimento de Gás Natural Liquefeito - GNL ao *City Gate*, apresenta trecho marítimo percorrendo o canal de Piaçaguera e em partes o Rio Mogi e Cubatão, e trecho terrestre atravessando a Rodovia Cônego Domênico Rangoni já chegando ao *City Gate*. Com o intuito de evitar tanto o paralelismo como o entroncamento aos dutos da Transpetro, e proximidades aos aglomerados urbanos nos trechos observados nas demais alternativas.



Figura 6.1.2.3.6-1: Localização da alternativa final para a implantação do Gasoduto Marítimo e Terrestre para escoamento de Gás Natural.

Nesta alternativa locacional o duto do projeto em análise tem paralelismo com o duto SDGN Cubatão, da própria Comgás, na região de travessia da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, conforme elencado a seguir.

- Trecho de travessia da Rodovia Cônego Domênico Rangoni;
- Paralelismo com duto Comgás SDGN Cubatão (gás natural).

Nesta alternativa locacional estão apresentados os resultados do risco individual e do risco social acumulado para o trecho do Jardim Anchieta, trecho este com risco social mais significativo em termos de resultados.

Esclarece-se que nesta alternativa deixa-se de ter o paralelismo com o duto Comgás SDGN Cubatão, o duto Merluzão da Petrobras, o etilenoduto da PQU e o amonioduto da Vale Fertilizantes, presentes na região das Industrias com travessia pela alternativa 5.

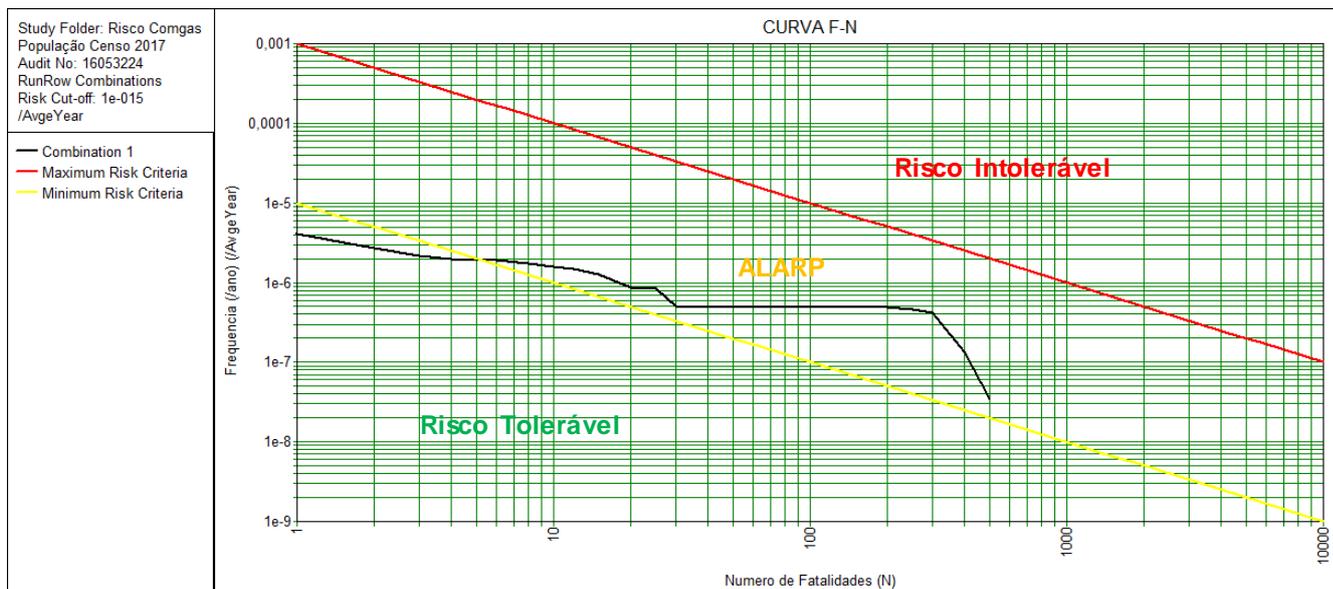


Figura 6.1.2.3.1-3: Risco Social Acumulado no Trecho do Jardim Anchieta - Alternativa 6.

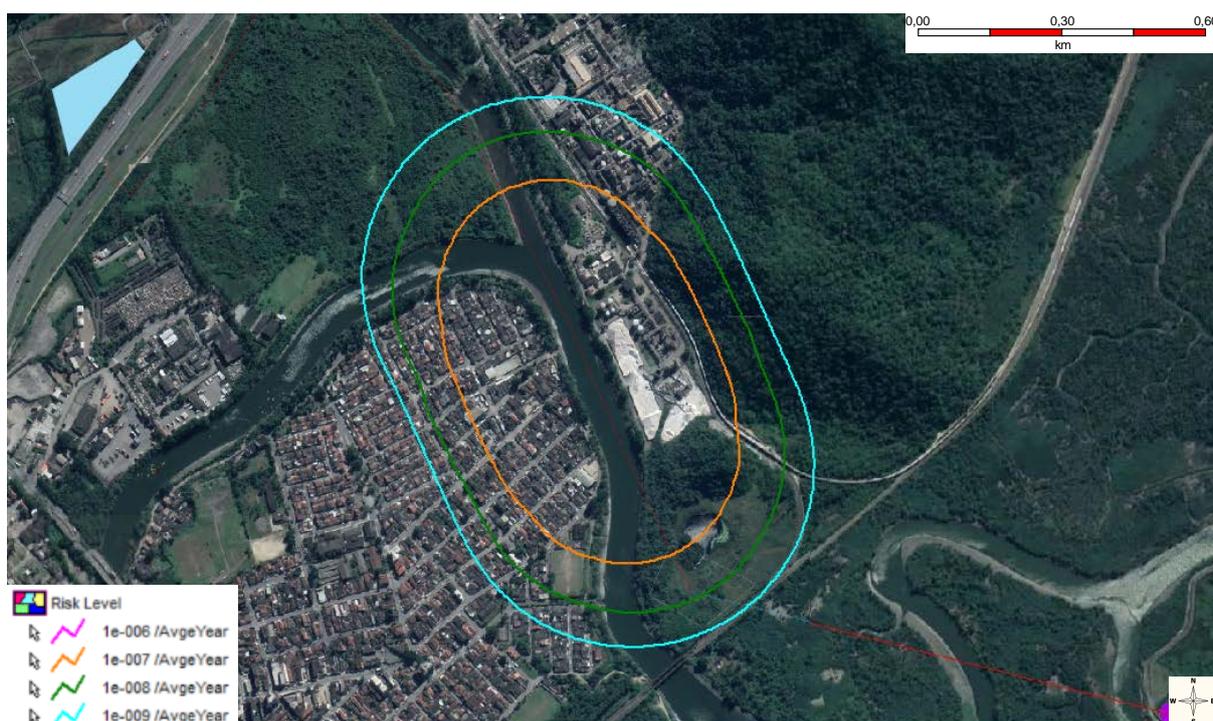


Figura 6.1.2.3.1-4: Risco Individual Acumulado no Trecho do Jardim Anchieta - Alternativa 6.

Com base nos resultados apresentados para o risco social e risco individual acumulados no trecho do Jardim Anchieta conclui-se que os riscos são considerados toleráveis quando analisados em conjunto, sendo necessário a adoção de medidas mitigadoras para redução dos riscos uma vez que o risco social está situado quase que em totalidade na região de ALARP da curva F-N. Já

o risco individual resultou em níveis de risco igual e inferior a  $1,00 \times 10^{-7}$ /ano, sendo este considerado plenamente tolerável em áreas com ocupação humana.

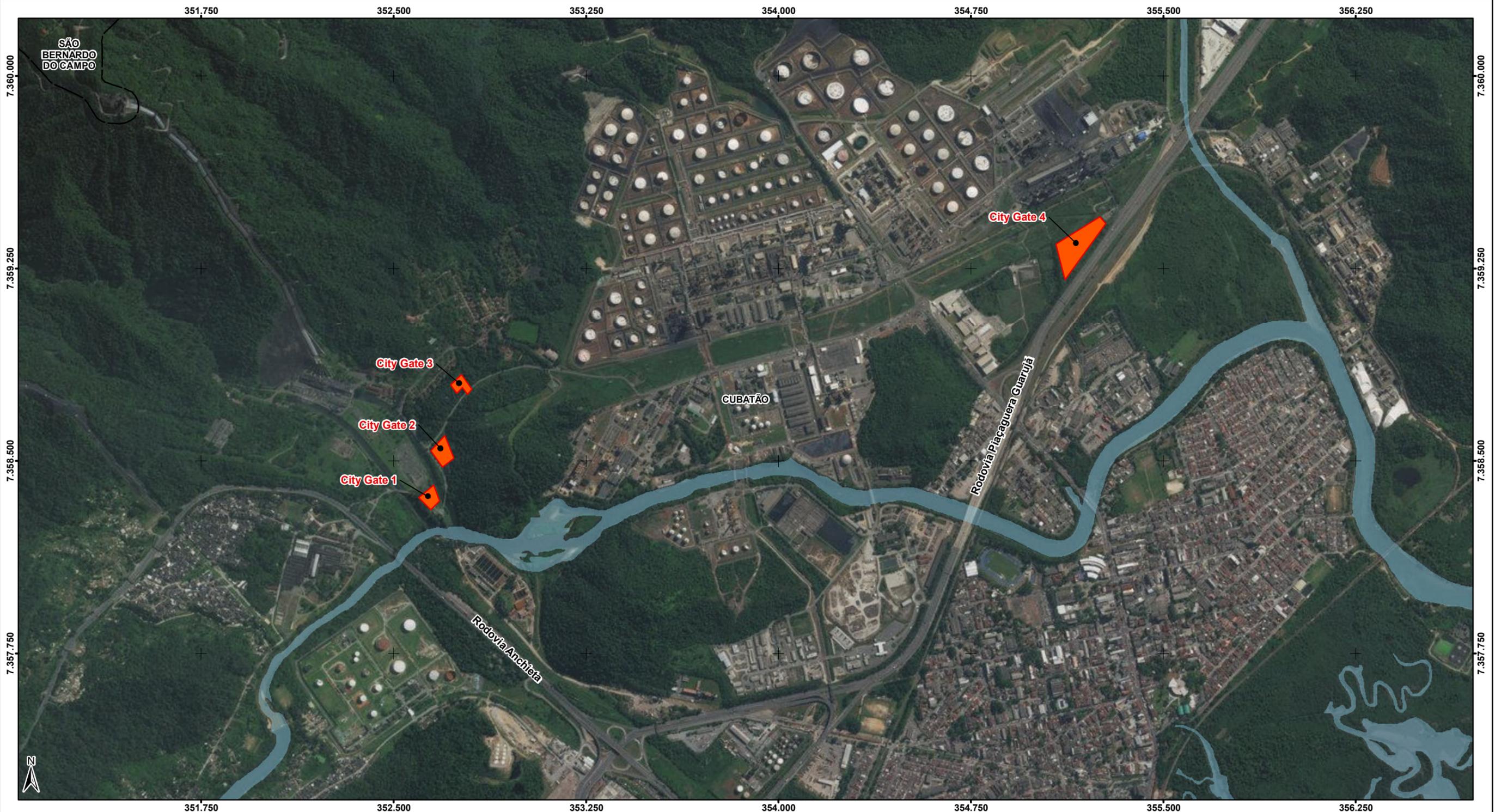
É importante esclarecer que a diferença apresentada entre os resultados dos riscos social e individual para as alternativas 5 e a alternativa escolhida decorre da redução da extensão do trecho do gasoduto, fazendo com que haja diminuição do volume de gás retornado pelo trecho jusante ao ponto de vazamento em caso de um grande vazamento (100% do diâmetro) e consequentemente redução da massa resultante para a bola de fogo.

### 6.1.3. Localização do *City Gate*

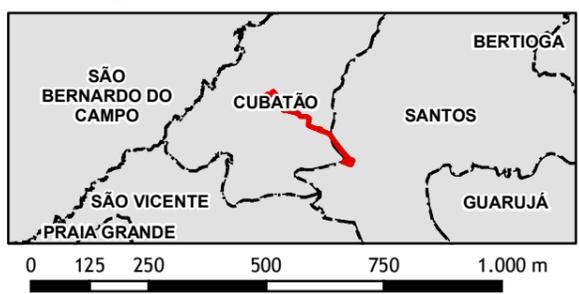
A definição da área de implantação do *City Gate* considerou os possíveis impactos ambientais, além da proximidade ao traçado do gasoduto, ambos elementos integrantes do Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista a ser instalado nos municípios de Santos e Cubatão.

O *City Gate*, também conhecido como Ponto de Entrega, é uma estação que conta com um conjunto complexo de equipamentos de alta tecnologia, com diferentes finalidades como: Regulagem de Pressão, Filtração, Medição, Aquecimento etc. E geralmente é utilizado na conexão entre as redes de transporte e as de distribuição.

A avaliação das 04 alternativas locacionais para a instalação do *City Gate*, são apresentadas a seguir. A Figura 6.1.3-1 apresenta a localização destas 04 alternativas



- Legenda**
-  Corpo d'água
  -  Limite Municipal
  -  Alternativas Locacionais (City Gate)



Escala gráfica  
 Escala numérica 1:15.000  
 Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
 Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K  
 Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008

<b>EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>					
Projeto		<b>Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A</b>			
Mapa		<b>ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA O CITY GATE</b>			
Município (s)		<b>Santos, SP</b>		UGRHI	<b>07 - Baixada Santista</b>
				Tipo	<b>Licença Prévia</b>
Desenho	<b>3294_6.1_ Alternativas_03_R1</b>	Escala	<b>1:15.000</b>	Tamanho	<b>A3</b>
		Versão	<b>R1</b>	Responsável Técnico pela Cartografia	
			<b>16/abr/2018</b>	<b>Joseane Urgnani</b> joseane.urnani@tetrattech.com	

- **Alternativas CG1, CG2 e CG3** – Alternativas localizadas na Vila Light, nas proximidades do Complexo Henry Borden no município de Cubatão. A seguir são apresentadas as áreas aproximadas das alternativas:

- Alternativa CG1: 4.000 m<sup>2</sup>
- Alternativa CG2: 5.600 m<sup>2</sup>
- Alternativa CG3: 3.150 m<sup>2</sup>

Os principais impactos destas alternativas são:

- Menor intervenção em área antropizada e baixo impacto no afugentamento da fauna;
- Maior dificuldade de acesso para as obras em comparação a Alternativa CG4;
- Necessidade de maior extensão dos dutos para conexão ao Terminal *Offshore* de Recebimento de GNL;
- Maior proximidade á áreas urbanas e aos dutos da Petrobras;
- Maior custo para implantação do *City Gate*, em comparação a Alternativa CG4;
- Trecho do duto em situação de paralelismo e necessidade de travessia de infraestruturas complexas tais como Refinaria da Petrobras e Linha de transmissão

- **Alternativa CG4** – Alternativa localizada no Sítio Cafezal, paralela à rodovia Cônego Domenico Rangoni, altura do Km 268 no município de Cubatão. A seguir é apresentada a área aproximada desta alternativa:

- Alternativa CG4: 18.393,80 m<sup>2</sup>

Os principais impactos desta alternativa são:

- Maior intervenção em área antropizada, porém baixo impacto no afugentamento da fauna;

- Maior facilidade de acesso para as obras em comparação as Alternativas CG1 a CG3;
- Menor necessidade de construção de dutos para conexão ao Terminal *Offshore* de Recebimento de GNL, pela proximidade ao Porto de Santos;
- Menor proximidade á áreas urbanas e aos dutos da Petrobras, em comparação as Alternativas CG1 a CG3;
- Menor custo para implantação do *City Gate*, em comparação as Alternativas CG1 a CG3;
- Evita travessias e paralelismos com infraestruturas complexas tais como Refinaria da Petrobras, Linha de transmissão.

- Comparação entre as alternativas

Após identificados os principais impactos positivos e negativos das alternativas locais, foi realizada a análise comparativa das 04 alternativas, apresentada na Tabela 6.1.3-1, sob os pontos de vista técnico, ambiental e econômico, para que fosse possível a escolha da melhor opção de área para a implantação do *City Gate*.

Para cada aspecto analisado neste item, foram atribuídas notas de 1 a 5, sendo a nota 1 dada quando o aspecto for pouco impactante ou relevante, aumentando-se a nota até 5 à medida que o aspecto tiver um maior impacto ou relevância.

Tabela 6.1.3-1: Análise comparativa entre as 04 alternativas para a implantação do *City Gate*.

Alternativas	Interferências em áreas antropizadas	Proximidade à áreas urbanas	Necessidade de Construção de dutos	Proximidade aos dutos da Petrobras	Custo para implantação	Total
CG 1	3	4	5	4	4	20
CG 2	2	3	4	4	3	16
CG 3	1	5	3	4	3	16
CG 4	5	1	1	2	2	11

Após a análise apresentada e resumida na tabela comparativa, verifica-se que a implantação do *City Gate* na área indicada na Alternativa CG4, apesar de apresentar maior interferência em área antropizada, terá menor impacto ao ambiente pois:

- Estará localizado em região mais apropriada para a operação do Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista;
- Estará mais próxima ao Porto de Santos, minimizando custos operacionais e de implantação do empreendimento;

- Menor proximidade á áreas urbanas e aos dutos da Petrobras.

#### 6.1.4. Refinamento e Ajustes ao Conjunto das Infraestruturas que Compõe o Projeto - *Layout Final*

Como descrito nos itens acima, o Projeto do Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista é composto por três infraestruturas principais:

- Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL);
- Gasoduto ligando o terminal ao *City Gate*;
- *City Gate*.

A localização mais apropriada para cada uma destas estruturas foi avaliada individualmente, conforme apresentado acima, considerando-se principalmente os aspectos ambientais e de risco.

Para a localização do terminal foram avaliadas 6 diferentes áreas, enquanto foram avaliados 5 traçados independentes para o gasoduto e 4 potenciais áreas para a implantação do *City Gate*.

A área identificada como a mais adequada para a implantação do terminal foi aquela localizada nas proximidades do Largo do Canéu.

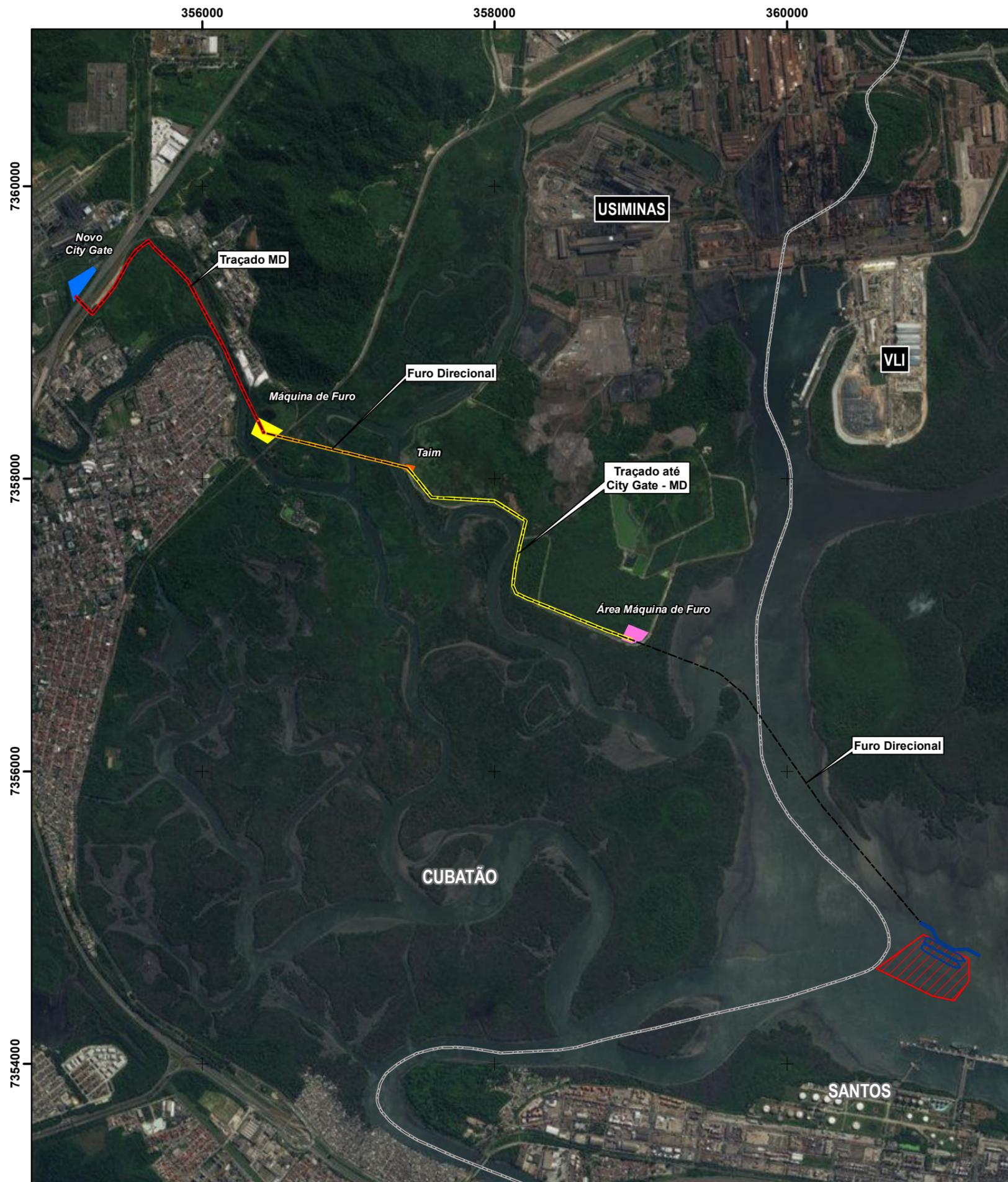
Dentre as alternativas estudadas para o gasoduto, a Alternativa 5 foi identificada como a mais adequada, apesar de apresentar certo nível de interferência em áreas protegidas. Desta forma, o traçado foi refinado de forma a minimizar tais interferências, bem como se buscou alternativas tecnológicas adequadas para a melhoria do projeto, conforme apresentado no item 6.1.27.

Para o *City Gate* foi escolhida como melhor área para sua implantação a área localizada no Sítio Cafezal, paralela à rodovia Cônego Domênico Rangoni, altura do Km 268 no município de Cubatão.

Assim, a configuração final das três principais estruturas do Projeto de Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista está apresentada na Figura 6.1.5.

Em relação ao gasoduto, pode-se observar grande melhoria em relação aos traçados inicialmente considerados:

- Adequação do traçado inicial do gasoduto na parte aquática, saindo do terminal de regaseificação e aflorando nas proximidades do Dique do Furadinho sem atravessar nenhuma área em terra, minimizando assim a interferência em áreas protegidas;
- Construção do gasoduto em dois trechos por meio de furo direcional, evitando interferências com corpos d'água;
- Diminuição da extensão total do gasoduto para 8,5 km, ou seja, a configuração final do gasoduto é 2,8 km menor que a alternativa escolhida como mais viável.



GASODUTO - SETORES	COMPRIMENTO (m)
Traçado até City Gate - MD	2.308,63
Furo Direcional - 1.050m	1.013,44
Traçado MD	2.351,72
Furo Direcional - 2.8km	2.832,46
<b>TOTAL</b>	<b>8.506,25</b>

### Legenda

- Linha do gasoduto - 8.506,25 m
- FSRU
- ▨ Área de dragagem - 164.330,64 m<sup>2</sup>
- Faixa 15m DUP**
- ▭ Furo Direcional - 1.050m - 15.280,47 m<sup>2</sup>
- ▭ Traçado MD - 35.212,59 m<sup>2</sup>
- ▭ Traçado até City Gate - MD Faixa de 12m - 34.636,26 m<sup>2</sup>
- Áreas de Apoio**
- ▭ Máquina de Furo - 20.855 m<sup>2</sup>
- ▭ Novo City Gate - 18.393,80 m<sup>2</sup>
- ▭ Taim - 3.088,13 m<sup>2</sup>
- ▭ Área Máquina de Furo - 14.464 m<sup>2</sup>
- ▭ Limites municipais



Escala gráfica  
 Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
 Datum Horizontal: WGS-84, fuso 23K  
 ArcGis Online (Digital Globe, 2017)

<b>Projeto</b> <b>Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista</b>			
<b>Mapa</b> <b>Estruturas previstas no projeto e áreas de apoio</b>			
<b>Município (s)</b> <b>Cubatão e Santos, SP</b>		<b>UGRHI</b> <b>07 - Baixada Santista</b>	
		<b>Tipo</b> <b>Licença Prévia</b>	
<b>Desenho</b>	<b>Escala</b>	<b>Tamanho</b>	<b>Responsável Técnico pela Cartografia</b>
32941808LOCA3		<b>A3</b>	<b>Fábio de B. Lima</b> fabio.barros@cpeanet.com
		<b>Versão</b>	
		<b>R0</b> 13/abr/2018	

A Tabela 6.1.5-1 abaixo apresenta a área total da ADA e sua quantificação da cobertura vegetal e usos do solo, considerando todas as intervenções (gasoduto, *City Gate*, canteiros e taim) inclusive subaquáticas. O levantamento da vegetação que sofrerá interferência com o projeto está melhor detalhado no item 9.2 (Diagnóstico do Meio Biótico).

Tabela 6.1.4-1-1 Quantificação da cobertura vegetal e usos do solo na Área Diretamente Afetada (ADA). \*\* Em relação à área total da ADA

Cobertura vegetal e Usos do Solo	Em APP		Fora de APP		Total	
	Área (ha)	(%)**	Área (ha)	(%)**	Área (ha)	(%)**
Corpo d'água	5,07	28,40	0,00	0,00	5,07	28,40
Eixo Viário	0,13	0,73	0,00	0,01	0,13	0,74
Uso Industrial	0,21	1,19	0,52	2,90	0,73	4,09
Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas – inicial	0,22	1,25	0,74	4,12	0,96	5,37
Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas – médio	0,00	0,00	0,02	0,09	0,02	0,09
Manguezal	0,00	0,00	1,28	7,17	1,28	7,17
Vegetação Antropizada	2,67	14,93	1,23	6,90	3,90	21,83
Vegetação Higrófila herbáceo-arbustiva	3,46	19,39	2,31	12,94	5,77	32,32
<b>Total</b>	<b>11,77</b>	<b>65,88</b>	<b>6,10</b>	<b>34,12</b>	<b>17,87</b>	<b>100,00</b>

### 6.1.5. A Hipótese de Não Implantação do Empreendimento

Conforme já apresentado anteriormente, o Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista tem como objetivo possibilitar a importação deste insumo estratégico bem como ampliar as atuais fontes de abastecimento ao Estado de São Paulo. Sendo este empreendimento uma das melhores alternativas, sob o ponto de vista econômico e socioambiental, para recebimento de Gás Natural Liquefeito e suprimento da demanda de gás natural do Estado de São Paulo.

Além disso, o empreendimento possui como meta:

- •O fornecimento de gás natural para o mercado consumidor do Estado de São Paulo com preços competitivos;
- •Habilitar com infraestrutura a possibilidade de ter Termoelétricas a gás no estado de São Paulo.

A implantação de novos Terminais de GNL é a maneira mais rápida para suprir a demanda por Gás Natural, reduzindo assim o risco da falta destes produtos no mercado nacional.

Além dessas justificativas ligadas à operação do Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, a sua implantação também gera outros benefícios, tais como:

- Dinamização da economia e do comércio exterior, bem como estímulo ao mercado de trabalho, com a criação de empregos diretos e indiretos;
- Aumento da arrecadação tributária para os municípios de Cubatão e Santos e Estado de São Paulo;
- Expansão e modernização da infraestrutura portuária e melhoria dos serviços oferecidos, com redução do tempo de espera das embarcações e aumento na importação de produtos essenciais para a economia brasileira;
- Facilitação da substituição de matrizes mais poluentes pelo GNL, uma vez que a mesma estará mais disponível e acessível no mercado.

É importante ressaltar que foram realizados estudos prévios necessários para se chegar a um projeto viável, tanto do ponto de vista técnico-operacional, quanto do ponto de vista econômico e ambiental, como apresentado neste Estudo de Impacto Ambiental.

Desta forma, a Hipótese de Não Implantação do Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista impediria a utilização de uma área com vocação portuária e já adaptada para receber este tipo de empreendimento, em função da sua localização estratégica e das condições operacionais previstas, estagnando o potencial de aumento da capacidade de movimentação de gás natural na região.

Além disso, a região onde será implantado o empreendimento encontra-se próxima ao principal mercado consumidor de gás natural e a sua não implantação no Porto de Santos acarretariam em diversos impactos ambientais que surgiriam para o fornecimento do gás para o Estado de São Paulo.

A Não Implantação do empreendimento ainda deixaria de subsidiar a ampliação da capacidade da movimentação portuária do Estado de São Paulo, refletindo na perda do potencial de dinamização da economia local e regional, com reflexos nos níveis estadual e nacional, bem como na geração de emprego, renda e arrecadação de impostos, taxas e tributos, decorrentes dos investimentos e da operação do empreendimento.

Conforme apresentado no item 6.1.1 a 6.1.3, as áreas selecionadas para a implantação do empreendimento são as mais viáveis no ponto de vista ambiental e econômico, entretanto vão acarretar em alguns impactos ao meio ambiente, como a necessidade de implantação de estruturas em mar, dragagem para implantação do berço de atracação, aumento no tráfego devido ao escoamento de produtos durante a operação, entre outros. Porém, conforme serão elencados posteriormente neste estudo, todos os impactos serão mitigados, controlados e compensados, minimizando ao máximo possíveis danos ao meio ambiente e população.

Para corroborar a escolha da implantação do empreendimento, como a mais vantajosa que a opção de não realização do empreendimento, a Tabela 6.1.5-1 apresenta uma análise comparativa entre a alternativa escolhida e os possíveis impactos que poderiam surgir com a não realização do empreendimento, uma vez que seria necessário obter o gás natural de outras áreas do país.

Para cada aspecto analisado neste item, foram atribuídas notas de 1 a 5, sendo a nota 1 dada quando o aspecto for pouco impactante ou relevante, aumentando-se a nota até 5 à medida que o aspecto tiver um maior impacto ou relevância.

Tabela 6.1.5-1: Análise comparativa entre a implantação do empreendimento e os possíveis impactos que poderiam surgir com a não realização do empreendimento.

Opção	Implantação				Operação		Total
	Custo da Obra	Necessidade de realização de dragagem	Impactos devido às obras em mar	Implantação do gasoduto	Dificuldade em suprir a demanda por GNL	Efeitos adversos de hidrodinâmica	
Implantação do empreendimento	2	3	2	3	1	3	14
Não implantação	5	1	1	5	5	1	18

A pontuação apresentada na Tabela é uma comparação qualitativa entre a Opção escolhida e a de não realização do empreendimento. Consideramos a Dificuldade em suprir a demanda por GNL o impacto mais relevante na alternativa de não implantação, pois acarretariam em diversos impactos na garantia do fornecimento do gás para o Estado de São Paulo, sendo este um dos principais objetivos do empreendimento.

Já o custo da obra seria muito maior na opção da não realização do empreendimento, uma vez que o Porto de Santos apresenta estrutura portuária consolidada e proximidade ao mercado consumidor de GNL.

A necessidade de construção de dutos será maior na opção de não realização do empreendimento, uma vez que as distâncias a serem percorridas serão muito maiores para trazer o gás para o Estado de São Paulo. Com relação a dificuldade de escoamento para outras localidades, entendemos que para ambos os casos seriam iguais, uma vez nos dois seriam necessários à sua distribuição por dutos para outras localidades.

Enfim, para trazer o gás para o Estado de São Paulo será necessária a implantação de estruturas no mar, além da necessidade de dragagens para implantação do berço de atração que acarretará em uma mínima interferência da hidrodinâmica.

Desta forma, apesar do empreendimento gerar possíveis impactos, conforme apresentado neste estudo de alternativas locais e melhor detalhado no Capítulo de Identificação e

Avaliação de Impactos deste estudo, a não implantação do empreendimento acarretaria mais prejuízos, tanto pela não garantia de fornecimento de gás natural para seu principal mercado consumir, como também na perda do potencial de dinamização da economia local e regional, com reflexos nos níveis estadual e nacional, bem como na geração de emprego, renda e arrecadação de impostos, taxas e tributos, decorrentes dos investimentos e da operação do empreendimento.

Considerando que a implantação e operação do empreendimento serão realizadas com todos os controles e monitoramentos ambientais necessários para a minimização dos possíveis impactos ambientais, conforme apresentado no capítulo dos Programas Ambientais deste EIA, conclui-se que alternativa composta pelo terminal de regaseificação localizado no largo do Caneú e ligado ao *City Gate* localizado no sítio Cafezal por meio de gasoduto passando pelo canal de Piaçaguera e Dique do Furadinho, é a melhor opção dentre as opções estudadas, inclusive a de não realização do empreendimento.

## 6.2. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Durante a elaboração do projeto conceitual do Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, foram avaliadas diferentes alternativas tecnológicas de forma que fosse possível adotar a mais viável para a operação do empreendimento em termos técnicos, econômicos e ambientais.

Neste sentido, a seguir são apresentadas as alternativas tecnológicas estudadas, bem como as conclusões para a definição das tecnologias a serem consideradas, tanto para o Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL) quanto para o Gasoduto Terrestre e Marítimo.

### 6.2.1. Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL)

O Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL) compreende as seguintes estruturas:

- Unidade FSRU, composta por 01 (um) navio, com as seguintes características:
  - Comprimento total (LOA): 294,50 metros;
  - Boca: 46,40 metros;
  - Calado máximo: 12,50 metros;
  - Capacidade máxima de armazenagem: 174.300 m<sup>3</sup>.
- 01 (um) Berço composto por uma plataforma central de operação, em concreto armado, apoiada sobre estacas cravadas no leito marinho (*estrutura aberta*):
- 04 (quatro) *dolphins* de atracação dotados de defensas e cabeços e 04 (quatro) *dolphins* de amarração, construídos em concreto armado, apoiados sobre estacas de concreto cravadas no leito marinho. Todas estas estruturas estarão interligadas entre si por passarelas metálicas.
- Dois braços de carregamento de alta pressão com capacidade de entrega de até 14 milhões de m<sup>3</sup> por dia a pressão de até 100bar.

Dentre os principais sistemas do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL), será apresentada, a seguir, a avaliação das opções tecnológicas para os braços de descarregamento marítimo para os cenários quando ocorre descarregamento de gás natural liquefeito, e de FSRU, quando o gás é regaseificado no próprio navio, sendo descarregado o gás natural na forma gasosa.

### 6.2.1.1. Vaporizadores

Para a regaseificação do GNL são utilizados equipamentos denominados vaporizadores. Os tipos de vaporizadores utilizados para esta finalidade, em nível mundial, são:

- Vaporizador de circuito aberto;
- Vaporizador de combustão submersa;
- Vaporizador com fluido intermediário de água-glicol;
- Vaporizador a ar ambiente.

A seguir serão apresentadas as principais características desses vaporizadores.

#### A. Vaporização de circuito aberto

Os vaporizadores de circuito aberto são amplamente utilizados e constituem tecnologia bem estabelecida para a regaseificação de GNL. São constituídos, essencialmente, por trocadores de calor que utilizam água como fonte de calor. A água do mar é comumente utilizada como fonte de calor nestes vaporizadores, uma vez que os terminais de recebimento de GNL geralmente estarão localizados em regiões costeiras (PATEL *et al.* 2013).

Estas unidades são geralmente construídas com tubos aletados elaborados com liga de alumínio e revestidos, externamente, por liga de zinco, conforme apresentado na Figura 6.2.1.1-1, de forma a apresentarem resistência mecânica em temperaturas criogênicas, como a temperatura de operação do GNL.

Os tubos aletados são arranjados em painéis conectando a entrada de GNL com a saída do produto regaseificado, estes painéis são revestidos externamente com liga de zinco, fornecendo proteção contra corrosão contra a água do mar. Esta disposição facilita o acesso para manutenção e a unidade pode ter sua capacidade reduzida (*turn-down*) para assimilar flutuações na demanda de gás, em sua temperatura de saída e na temperatura da água do mar (PATEL *et al.* 2013).

Uma das características importantes em tais vaporizadores é a não emissão de gases de combustão, pois não é necessário realizar a queima de gás natural com o objetivo de fornecer calor ao processo de regaseificação de GNL, utilizando assim, água do mar como fonte de calor para o processo (PATEL *et al.* 2013).

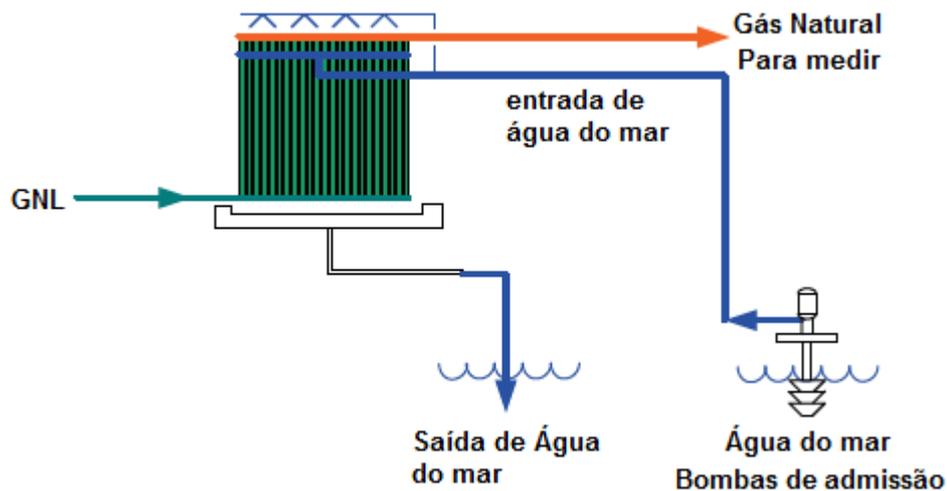


Figura 6.2.1.1-1: Esquema do vaporizador de circuito aberto.  
Fonte: adaptado de PATEL, D. *et al*, 2017.

## B. Vaporizador de Combustão Submersa

Em um vaporizador de combustão submersa (ver Figura 6.2.1.1-2), o GNL flui através de uma bobina de tubos construída em aço inoxidável e submersa em um banho de água, a qual é aquecida por contato direto com gases provenientes da saída de um queimador a gás submerso. Os gases de combustão são pulverizados na água com o uso de um distribuidor localizado abaixo dos tubos de transferência de calor, causando uma rápida circulação de água pelos tubos resultando em uma elevada eficiência térmica e um alto coeficiente de transferência de calor (PATEL *et al.* 2013).

O banho de água é acidificado à medida que os produtos da combustão ( $\text{CO}_2$ ) são condensados na água, tendo-se que aplicar tratamento cáustico de forma a controlar o pH do meio e proteger os tubos contra a corrosão. Para minimizar a emissão de  $\text{NO}_x$ , queimadores de baixa geração de  $\text{NO}_x$  podem ser utilizados, além de sistemas de redução catalítica quando é necessário atender restrições de emissões mais severas.

Uma vez que o banho de água é mantido em uma temperatura constante, apresentando elevada capacidade térmica, o sistema é eficiente em lidar com modificações repentinas de carga, e pode ser iniciado e desligado rapidamente (PATEL *et al.* 2013).

Os controles para vaporizadores de combustão submersa são mais complexos quando comparados aos do vaporizador de circuito aberto, considerando-se o maior número de equipamentos, partes móveis e requerimentos do sistema de controle de queima de combustível. São compactos e não requerem uma grande área quando comparada às outras opções de vaporizador.

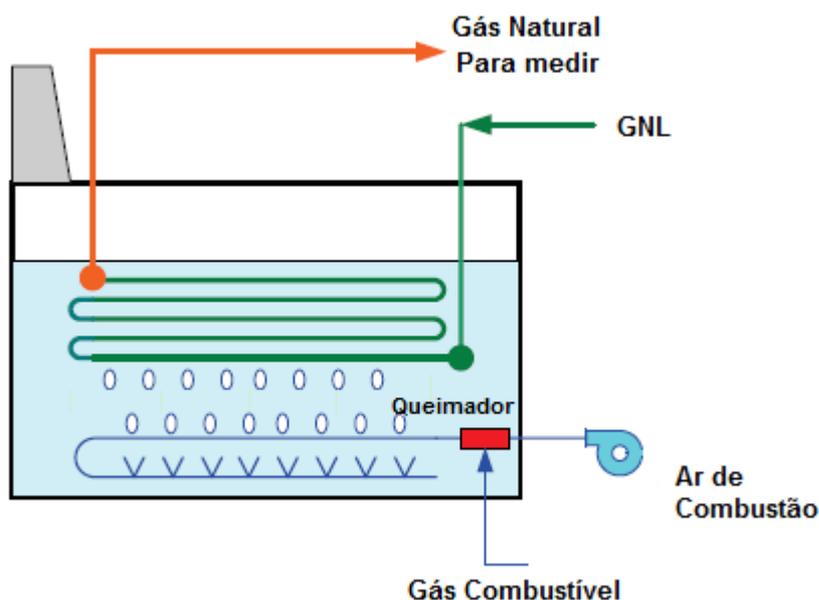


Figura 6.2.1.1-2: Esquema do vaporizador de combustão submersa.  
Fonte: adaptado de PATEL, D. *et al*, 2017.

### C. Vaporizador com Fluido Intermediário de Água-Glicol

O vaporizador com fluido intermediário de água-glicol (ver Figura 6.2.1.1–3) utiliza uma mistura de água-glicol como um fluido de transferência de calor intermediário em um circuito fechado para transferir energia de uma fonte de calor para a vaporização do GNL. Transferência de calor para GNL ocorre em um trocador do tipo casco e tubos e há uma série de opções para aquecer o fluido de transferência a fim de recirculá-lo com a temperatura adequada para a vaporização, como aquecedores a ar, torres de resfriamento reversas, água do mar e queimadores.

Uma das alternativas mais utilizadas para o aquecimento do fluido intermediário é a utilização de ar como fonte de calor. Esta opção, no entanto, favorece a formação de condensado e o acúmulo de gelo sobre os tubos aletados dos trocadores de calor a ar, podendo assim, desfavorecer o desempenho do sistema, sendo utilizada para terminais de pequena escala.

Atualmente, os vaporizadores de GNL de líquido intermediário de glicol-água representam uma pequena fração (cerca de 5%) do total dos mercados de regasificação de GNL em todo o mundo. Algumas das plantas operacionais utilizam o aquecedor de ar e refrigeração reversa como fonte de calor (PATEL *et al.* 2013).

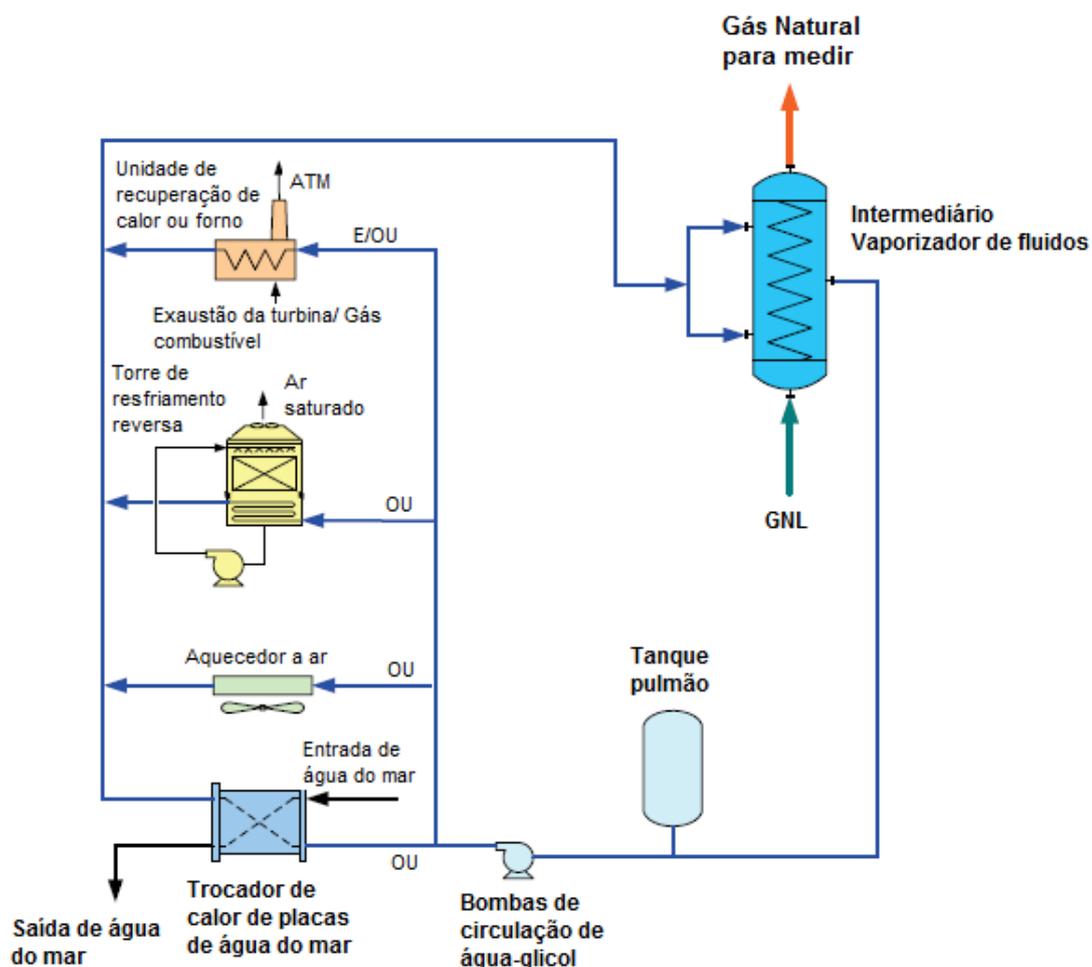


Figura 6.2.1.1-3: Esquema do vaporizador com fluido intermediário de água-glicol.  
 Fonte: adaptado de PATEL, D. *et al*, 2017.

#### D. Vaporizador a Ar Ambiente

O vaporizador a ar ambiente (Figura 6.2.1.1–4) utiliza ar em um processo de convecção natural ou forçada. Tais vaporizadores possuem trocadores de calor no formato de tubos longos e verticais, os quais mantêm contato direto com o ar em circulação. Isto é devido à diferença de densidade consequente do gradiente de temperatura entre o ar no topo e no fundo do vaporizador. Sistemas com este tipo de vaporizador requerem elevada área disponível para sua instalação, uma vez que apresentam capacidades inferiores de troca térmica por unidade e formação de blocos de gelo no trocador devido à presença de umidade no ar. Desta forma, é necessário de duas a três vezes o número de trocadores, uma vez que, em média, cada trocador pode operar de 8 a 12 horas por dia. Geralmente são utilizados para terminais de menor escala e terminais satélite (PATEL *et al.* 2013).

O desempenho de vaporizadores de ar ambiente depende das condições de entrada e saída de GNL e, mais importante, das condições do local e dos fatores ambientais, tais como

temperatura ambiente, umidade relativa, altitude, vento, radiação solar e proximidade de estruturas adjacentes.

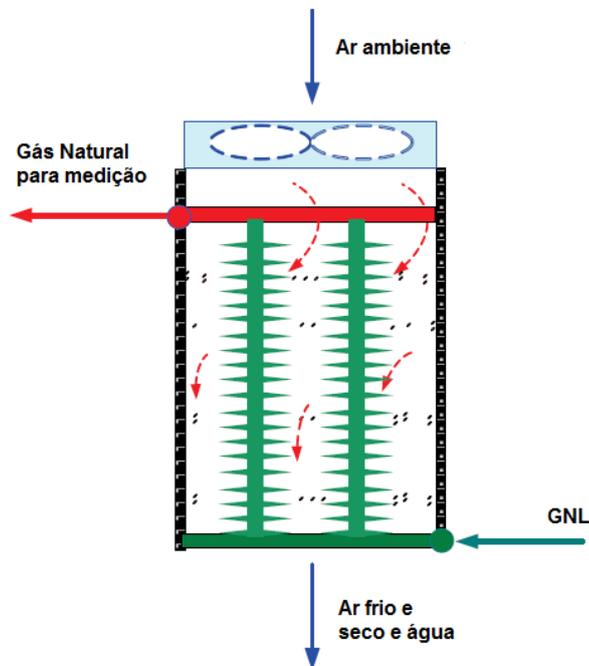


Figura 6.2.1.1-4: Esquema do vaporizador a ar ambiente.  
Fonte: adaptado de PATEL, D. *et al*, 2017.

## E. Comparação de Alternativas

Visando a economia de combustível e a minimização da emissão de gases de combustão, a utilização de fontes que permitam a obtenção "livre" de calor do ar ambiente ou da água do mar é o mais desejável, pois além de minimizar os custos operacionais, também evitam impactos na qualidade do ar causados pela emissão de gases da combustão (PATEL *et al.* 2013).

Por outro lado, considerando-se que a área disponível para a instalação das unidades de vaporização é limitada e sabendo-se que a utilização de aquecimento por ar ambiente requer um número maior de unidades, vaporizadores a ar ambiente não devem ser selecionados para terminais com grande capacidade de regaseificação (superior a 2-3 MM Nm<sup>3</sup>/dia), como é o caso do empreendimento objeto deste estudo.

Na Tabela 6.2.1.1-1 é apresentada a comparação entre as alternativas consideradas, tendo o vaporizador de circuito aberto como referência.

Tabela 6.2.1.1-1: Comparação entre as alternativas - Tipos de Vaporizadores

Vaporizador	Eficiência	Emissões	Área	CAPEX	OPEX
Vaporizador de Circuito Aberto	Referencial				
Vaporizador de combustão submersa	Menor	Maior	Menor	Menor	Maior
Vaporizador com fluido intermediário de água- glicol	Menor	Maior	Maior	Menor	Maior
Vaporizador a ar ambiente	Menor	Menor	Maior	Menor	Equivalente

Assim, o vaporizador de circuito aberto se mostra o mais adequado, pois constitui alternativa com menor custo operacional e menor utilização de insumos (utiliza apenas água do mar para a vaporização do GNL), assim como é o de maior eficiência dentre as alternativas apresentadas. Além disso, esta tecnologia não apresenta os impactos relacionados à queima de combustível, minimizando a necessidade de controle de emissões atmosféricas, o que contribui para a manutenção da qualidade do ar na região.

### 6.2.1.2 Carregamento/ Descarregamento

Para o descarregamento de navios, existem duas opções: Braços de Carregamento e Mangueiras Flexíveis. A análise a seguir aplica-se, igualmente, para o carregamento/d Descarregamento de GNL, tanto para os FSRU quanto para os outros tipos de navios (FSU e *Carriers*).

#### A. Braços de Carregamento

Os braços de carregamento são compostos por um pedestal, braço interno e braço externo, sendo fabricados com 6" a 24". Na extremidade do braço, existe uma junta giratória que garante que a flange no braço de conexão ao navio esteja sempre paralela à flange do navio. A conexão ao navio pode ser feita por flange padrão, acoplador manual ou acoplador hidráulico.

Os braços podem ter sistema de desengate de emergência que em caso de movimento relativo excessivo entre o navio e o terminal/pier (onde o braço estará instalado), o braço desacopla do navio, liberando-o e evitando que o braço seja levado ao mar ou que haja vazamentos de produtos (REDLANDS. 2017a).

Devido à sua estrutura, os braços de carregamento são mais simples para serem suportados. Além disso, em relação às mangueiras flexíveis, os braços possuem melhor performance, durabilidade e podem ser utilizados na maioria das aplicações.

#### B. Mangueiras Flexíveis

O carregamento/d Descarregamento de produtos pode ser feito através de mangueiras flexíveis, as quais, em geral, são utilizadas em conexões com até 6" (REDLANDS. 2017b).

As mangueiras têm como vantagem sua flexibilidade. Entretanto, estão mais sujeitas ao desgaste devido à exposição às intempéries e/ou arraste no concreto. Adicionalmente, as mangueiras são pesadas, volumosas e apresentam risco de queda.

Além disso, as mangueiras são mais difíceis de manusear e suportar, sendo mais propensas a falhas em sua operação do que os braços de descarregamento.

### C. Comparação de Alternativas

Considerando as informações expostas, a opção escolhida foi os braços de carregamento, pois são mais confiáveis do ponto de vista de segurança, além de serem mais simples de operar, apresentarem baixa manutenção e maior vida útil. Além disso, os braços suportam maiores vazões, devido à sua maior dimensão.

A Tabela 6.2.1.2-1 apresenta a comparação entre as alternativas consideradas tendo os braços de carregamento como referência.

Tabela 6.2.1.2-1: Comparação de alternativas - Descarregamento

Tipo	Eficiência	Emissões	Área	CAPEX	OPEX
Braços de carregamento	Referencial				
Mangueiras flexíveis	Menor	Maior	Menor	Menor	Maior

Com base na eficiência, emissões atmosféricas e custo operacional, os braços de carregamento destacam-se como a opção mais adequada, tanto por causar menor impacto na qualidade do ar, por ocorrer menores emissões fugitivas de poluentes atmosféricos, quanto em relação aos custos, pois apesar de ter custo de instalação mais elevado, sua operação é mais barata, amortizando o investimento ao longo do tempo.

### 6.2.2. Gasoduto Terrestre e Marítimo

Além dos aspectos ambientais apresentado no item 6.1.2 Localização do Gasoduto Marítimo Terrestre, também foram avaliados os aspectos técnicos das alternativas estudadas, visando atestar a definição do melhor traçado.

Os aspectos técnicos e econômicos considerados são apresentados a seguir:

- o Comprimento dos traçados das alternativas
- o Número de válvulas intermediárias

- o Cruzamento/travessia de corpos hídricos
- o Cruzamento/travessia de ferrovias e rodovias

Quanto aos aspectos técnicos foram considerados número de válvulas intermediárias e cruzamento com corpos hídricos e ferrovias e rodovias das alternativas de traçado do gasoduto estudadas no presente EIA.

a) Número de válvulas intermediárias

Para a definição do espaçamento entre as válvulas, vários aspectos são considerados como exemplo: acessos, manutenção, segurança entre outros.

O número de válvulas intermediárias em cada uma das alternativas é apresentado na Tabela 6.2.2-1.

Tabela 6.2.2-1: Número de válvulas previstas para cada alternativa.

Alternativa	Número de Válvulas
Alternativa C1	4
Alternativa C2	4
Alternativa C3	4
Alternativa C4	5
Alternativa C5	4
Alternativa escolhida	4

b) Cruzamento/travessia de corpos hídricos

Os cruzamentos e travessias em corpos hídricos serão executados pelo método não destrutivo (furo direcional) perpendicularmente ao eixo principal das vias/cursos d'água existentes, exceto quando definido de outra maneira no projeto executivo devidamente aprovado.

O número de corpos hídricos que podem ser cruzados ou travessados em cada alternativa é apresentado na Tabela 6.2.2-2.

Tabela 6.2.2-2: Número de travessias de corpos hídricos para cada alternativa.

Alternativa	Nº travessias de corpos hídricos
Alternativa C1	2
Alternativa C2	3
Alternativa C3	4
Alternativa C4	7
Alternativa C5	4
Alternativa escolhida	4

c) Cruzamento/travessia de ferrovias e rodovias

Já os cruzamentos e travessias em vias terrestres (ferrovias e rodovias) serão executados pelo método destrutivo (abertura de vala).

O número de vias terrestres que podem ser cruzadas ou travessadas em cada alternativa é apresentado na Tabela 6.2.2-3.

Tabela 6.2.2-3: Número de travessias de vias terrestres para cada alternativa.

Alternativa	Nº travessias de vias terrestres
Alternativa C1	26
Alternativa C2	31
Alternativa C3	32
Alternativa C4	27
Alternativa C5	10
Alternativa escolhida	4

Depois de identificados os principais aspectos técnicos das alternativas, foi realizada a análise comparativa das alternativas, apresentada na Tabela 6.2.2-4.

Para cada aspecto analisado neste item, foram atribuídas notas de 1 a 5, sendo a nota 1 dada quando o aspecto for pouco impactante ou relevante, aumentando-se a nota até 5 à medida que o aspecto tiver um maior impacto ou relevância.

Tabela 6.2.2-4: Análise comparativa dos aspectos técnicos entre as alternativas para o gasoduto.

Alternativa	Extensão (Km)	Nº de válvulas	Nº de travessias de corpos hídricos	Nº de travessias de vias terrestres	Total
Alternativa C1	1	1	1	4	7
Alternativa C2	3	1	2	5	11
Alternativa C3	3	1	3	5	12
Alternativa C4	5	2	5	4	16
Alternativa C5	2	1	3	1	7
Alternativa escolhida	1	1	3	1	6

Após a análise apresentada e resumida na tabela comparativa, verifica-se que a alternativa escolhida apresenta maior viabilidade técnica.

### 6.2.3. City Gate

O *City Gate* será composto por diversas estações com diferentes finalidades como exemplo: regulagem de pressão, filtração, medição, aquecimento, entre outras; que serão detalhadas no Capítulo 7 - Caracterização do Empreendimento.

A Figura 6.2.3-1 apresenta as estruturas que compõem um *City Gate* típico.



Figura 6.2.3-1: Estruturas que compõem um *City Gate*.

Fonte: [www.gascat.com.br/produto/59/city-gates](http://www.gascat.com.br/produto/59/city-gates)

Conforme informações apresentadas no site da Comgás, a seguir são apresentadas as opções de fornecimento para estações (CRM, ERP e ERD) e equipamento para as estações (CRM, ERP, ERD City Gate e CRC) permitidas pelo empreendedor.

Tabela 6.2.3-1: Lista de Fornecimento de Estações (Controladores para Conjunto de Regulagem e Medição) permitida pela Comgás (atualizada em 26 de fevereiro de 2018).

Fornecimento de Estações (Controladores para CRM)				
CATEGORIA	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE QUALIFICADO	MODELOS APROVADOS	OPÇÕES DE DISTRIBUIDOR
Shutoff	As características dos controladores deverão atender os requisitos conforme DI-367 Rev2 (Reguladores Shutoff e Alívios homologados para CRM)	RMG	Série 309	SRI
		FISHER	VSX2	EMERSON
		RMG	305	SRI
		TARTARINI	BM7 - OS/66 AP	EMERSON
		GORTER	HSV086	VANASA
		FISHER	OSX / OSE	EMERSON
		RMG	305	SRI
		NOVACOMET	APS2M OPSO <sup>3</sup>	COMAP
		RMG	Série 309 <sup>3</sup>	SRI
Alívio parcial	As características dos controladores deverão atender os requisitos conforme DI-367 Rev2 (Reguladores Shutoff e Alívios homologados para CRM)	FISHER	VSX2 <sup>3</sup>	EMERSON
		RMG	201	SRI
Regulador	As características dos controladores deverão atender os requisitos conforme DI-367 Rev2 (Reguladores Shutoff e Alívios homologados para CRM)	FISHER	289	EMERSON
		RMG	273	SRI
		FISHER	299H E 299HS	EMERSON
		MOONEY	MOONEY FLOWGRID	VANASA
		FISHER	EZR	EMERSON
		NOVACOMET	APS2M <sup>1</sup>	COMAP
		RMG	240PL	SRI
FISHER	2992	EMERSON		

Fonte: Comgás, 2018.

Tabela 6.2.3-2: Lista de Fornecimento de Estações (Controladores para Estação de Redução de Pressão) permitida pela Comgás (atualizada em 26 de fevereiro de 2018).

Fornecimento de Estações (Controladores para ERP)				
CATEGORIA	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE QUALIFICADO	MODELOS APROVADOS	OPÇÕES DE DISTRIBUIDOR
Shutoff	EE-042	FISHER	OSE / OSX	EMERSON
		GORTER	HSV086	VANASA
		RMG	305	SRI
Alívio Parcial	EE-042	FISHER	289H, 289HH, MR98H	EMERSON
		RMG	305	SRI
Reguladores	EE-042	MOONEY	Flowgrid	VANASA
		FISHER	EZR	EMERSON
		RMG	850	SRI
Fornecimento de Estações (Controladores para ERD)				
CATEGORIA	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE QUALIFICADO	MODELOS APROVADOS	OPÇÕES DE DISTRIBUIDOR
Shutoff	EE-053	FISHER	BM7 - OS/66 AP / VSX-2	EMERSON
		RMG	305	SRI
Alívio Parcial	EE-053	FISHER	289H	EMERSON
Reguladores	EE-053	FISHER	299H E 299HS	EMERSON
		RMG	273	SRI

Fonte: Comgás, 2018.

Tabela 6.2.3-3: Lista de Fornecimento de Equipamentos para Estações (ERP, ERD, City Gate, CRM e CRC) permitidas pela Comgás (atualizada em 26 de fevereiro de 2018).

Fornecimento de equipamentos para Estações (ERP, ERD, City Gate, CRM, CRC)				
CATEGORIA	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE QUALIFICADO	MODELOS APROVADOS	OPÇÕES DE DISTRIBUIDOR
Caixa de Passeio para CRC	EE-010	FCS	FCS Mini	FCS
		Teknoval	Apenas Caixa Mini	Teknoval
		Polyeasy	Polyeasy (Medio/Pequeno/Mini)	Polyeasy
Filtro cesto 150#/300	L-011.06 L-011.07	Gascat	classe 150 classe 300	Gascat
		DBD Filtros		DBD Filtros (Laffi)
Elemento Filtrante para filtro cesto 150# / 300#	L-011.11	DBD Filtros		DBD Filtros (Laffi)
Filtro mini T	L-011.10	Apexfil		Apexfil
		DBD Filtros		DBD Filtros (Laffi)
Junta de Isolamento Eléctrico /ou Monobloco	H-042.01 H-042.02	Projoint/ Nouvas-Giungas		IEC
		Zunti Italiana SRL		SACOR SIDEROTECNICA
		Carpenteria meccanica luigi rota		CLESSE - COMAP
		Pikotek		UWS Brasil
		Alpha		Vanasa
		SRI		SRI
Sensor fim de curso para válvulas shutoff's		Steute		Steute
		Stahl		Stahl
Transmissor e indicador de pressão		Yokogawa	EJX-310*	Yokogawa
		Smar	LD301	Smar

Fornecimento de equipamentos para Estações (ERP, ERD, City Gate, CRM, CRC)				
CATEGORIA	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE QUALIFICADO	MODELOS APROVADOS	OPÇÕES DE DISTRIBUIDOR
Registrador histórico de pressão (datalogger)	P-011.03	Technolog	Cello-gs2 (c/ modem) Newlog-4 (s/ modem)	Nortech
		ISA-Portugal	iLogger Plus - CNT	ISA-Sulamérica
		Emerson	FB 107	Emerson
		Control Micro System	Scada Pack	Westcom
Transdutor de Pressão		Wika		Wika
		Digitrol		Digitrol
		CE		CE
Conversor PTZ	F.040.02	Actaris / Itron	Corus	Actaris / Itron
		Dresser	Micro Corrector	Vanasa
	F.040.03	Elgas	ELCOR-2	Gascat
		Actaris / Itron	Corus	Actaris / Itron
		Dresser	Micro Corrector	Vanasa
Conexões de Aço Carbono	Caderno de Materiais letra B	Caldex		Caldex
		Feital		Inox Tech
		Conflange		Conflange
		Mascote		Dacon
		IKT		IKT
		Hci		Hci
Válvula de Aço Carbono - de Bloqueio Aérea <= 4"	D-011.17 D-011.18	KSB		KSB
		Valmicro		Valmicro
		Triple M YDF		Triple M
		Micromaza		Micromaza

Fonte: Comgás, 2018.

(Continuação) Tabela 6.2.3-3: Lista de Fornecimento de Equipamentos para Estações (ERP, ERD, City Gate, CRM e CRC) permitidas pela Comgás (atualizada em 26 de fevereiro de 2018).

Fornecimento de equipamentos para Estações (ERP, ERD, City Gate, CRM, CRC)				
CATEGORIA	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE QUALIFICADO	MODELOS APROVADOS	OPÇÕES DE DISTRIBUIDOR
Válvula de Aço Carbono - de Bloqueio Aérea >= 6"	D-011.17 D-011.18	KSB		KSB
		Valmicro		Valmicro
		Triple M YDF		Triple M
		Micromaza		Micromaza
Válvula de Aço Carbono - de Retenção	D-040.01 D-040.02	Rts	VRE	RTS
		IKT		IKT
		Engeval		Engeval
		Cascat		Cascat
Válvula de Aço Carbono - de Purga	D-11.13	Bryan Donkin RMC		SRI
		Valmicro		Valmicro
		Triple M YDF		Triple M
Parafuso Estojo	B-032.02	Micromaza		Micromaza
		Metalbrax		Metalbrax
		ASTM		ASTM
Tubbing de Aço Inox - para Instrumentação	P.011.07	Siga		Siga
		Elementos de Fixação		Elementos de Fixação
		Fae (Argentina)		Fae
		Sandvik (USA)		Tecflux
Conexões de Aço Inox - para Instrumentação	P.011.07	Fluxcon		Fluxcon
		Superlock		Flutrol
		Swagelock		Tecflux
		Hi-Lock		Hy-Lok Brasil
		Detroit		Detroit
		Triunion		Triunion
		Hoke		Bahia Control
		Superlock		Flutrol
		Fluxcon		Fluxcon
		Parker		Inconex

Fornecimento de equipamentos para Estações (ERP, ERD, City Gate, CRM, CRC)					
CATEGORIA	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE QUALIFICADO	MODELOS APROVADOS	OPÇÕES DE DISTRIBUIDOR	
Junta de Aço Inox para vedação das Flanges 150#/300#	B-033.01	LM Vedações		LM Vedações	
		Teadit		Vendates e Isolantes Lider LT	
Supressor de Transientes Elétricos	H-43.01 H-43.02	Obo	480 / 481	Obo	
		Clamper	GCL-EC	Clamper	
		Dairyland	PCR / OVP	IEC	
		DEHN	EXFS 100	Proauto	
Medidores Rotativos	F-020.01	Actaris / Itron		Actaris / Itron	
		RMC		Somente modelos aprovados no Inmetro	SRI
		Dresser			Vanasa
Medidores Turbina	F-030.01	FMC	Familia FMR	Cascat	
		Actaris / Itron		Actaris / Itron	
		Dresser		Vanasa	
Medidores Ultrassônicos	F50.03	FMC	Familia FMR	Cascat	
		Sick	Flowsic600	Slick	
Válvula de Controle		Emerson	Senior Sonic 3400	Emerson	
		Bray	S42	Bray	
Computador de vazão	F-040.04 NBR14978	Fisher	8580	Emerson	
		Fisher, Francel, Tartarini, Flowboss, Emerson-Bristol	Emerson-Bristol: Control Wave GFC	Emerson	
		Emerson	Bristol EFM	Emerson	
		Emerson	FB 107	Emerson	
		Control Micro System	Scada Pack	Westcom	

Fonte: Comgás, 2018.

### 6.3. CONCLUSÃO

Com base nas informações descritas acima para o sistema de regaseificação e transferência do gás natural, a tecnologia escolhida para o empreendimento em tela foi a vaporização em sistema aberto, para o sistema de regaseificação, e a utilização de braços criogênicos de carregamento, por se mostrarem ambientalmente mais adequados e mais seguros para as operações a que se destinam.

Em relação à construção do gasoduto, a COMGÁS utiliza tecnologias já consagradas, sendo que o gasoduto do empreendimento em questão utiliza duas tecnologias diferentes: furo direcional não destrutivo, para os trechos subaquáticos, incluindo a travessia de curso d'água e abertura de vala, para os trechos em terra. A avaliação das alternativas tecnológicas foi realizada em conjunto com as alternativas de traçado estudadas, de forma a indicar o melhor conjunto de soluções.

Para o *City Gate*, da mesma forma, as estações de regulagem de pressão, filtração, medição, aquecimento e outros serão construídas a partir de equipamentos fornecidos por fornecedores já homologados pela COMGÁS, dentro de um criterioso processo de avaliação.

A descrição de cada uma das principais estruturas que compõe o projeto de Reforço Estrutural do Suprimento de Gás da Baixada Santista está apresentada no Capítulo 07 – Caracterização do Empreendimento.