Relatório de Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

Sistema de Distribuição de Gás Natural – Extrema a Pouso Alegre (MG) – GASMIG

Revisão	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
01	Relatório do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) Volume I

	ORIGINAL		REV 1		REV 2	
DATA	15/09	ASSINATURA	30/10	ASSINATURA	10/01	ASSINATURA
ELABORADO	RAIZ AMB.		RAIZ AMB		RAIZ AMB	
RECOMENDADO						
APROVADO						

Sumário

1. INTRODUÇÃO 7
2. IDENTIFICAÇÃO 10
2.1 Empreendedor 10
2.2 Consultoria Ambiental 10
3. ESTUDO DE ALTERNATIVAS 10
3.1 Introdução 10
3.2 Objetivo 11
3.3 Metodologia 12
3.3.1 Abordagem Metodológica na Definição dos Traçados do Estudo 12
3.3.2 Abordagem Metodológica Critérios Técnicos Ambientais 13
3.4 Parâmetros e Princípios 14
3.4.1 Parâmetros do Projeto e Desenvolvimento do Traçado 14
3.4.2 Critérios de Projeto 15
3.5 Metodologia de trabalho 19
3.5.1 Metodologia geral 19
3.5.2 Base Cartográfica Vetorial e Matricial 19
3.5.3 Análise Técnica em Campo 22
3.6 ESTUDO DO TRAÇADO 22
3.6.1 Aspectos Ambientais 25
3.7 ALTERNATIVA LOCACIONAL 31
3.7.1 Alternativa I 33
3.7.2 Alternativa II 34
3.7.3 Alternativa III 36
3.7.4 Estudo de Inexistência de Alternativas Técnicas Locacionais de espécies ameaçadas 38

3.8 ALTERNATIVA TECNOLÓGICA 48
3.8.1 Fases de Instalação 48
3.8.2 Fases de operação 49
3.8.3 Aspecto Ambiental 50
3.8.4 Intervenções Ambientais 50
3.9 ALTERNATIVA ZERO 50
3.10 CONSIDERAÇÕES FINAIS 51
4. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 52
4.1 Introdução 52
4.2 Localização 53
4.2.1 Trechos do traçado proposto 53
4.2.2 Faixa de servidão 60
4.2.3 Acesso a Infraestrutura do Entorno 61
4.2.4 Limites Patrimoniais e Propriedades Confrontantes 61
4.3 Pontos de Monitoramento Ambiental 69
4.4 Descrição da Instalação e Infraestrutura 72
4.4.1 Materiais e Insumos 72
4.4.2 Canteiro de Obras 72
4.4.3 Estação de Recebimento de Gás Natural (ERGN) 73
4.4.4 Conjunto de Medição e Regulagem de Pressão (CMRP) 73
4.4.5 Estação de Compressão 74
4.4.6 Estação de Regulagem de Pressão (ERP) 75
4.4.7 Componentes do Sistema 75
4.4.8 Instrumentação e Controle 77
4.5 Características do Gás Natural 77
4.6 Etapas do Planejamento 79

4.7 Etapas de Implementação do Empreendimento 79
4.7.1 Abertura da Pista 80
4.7.2 Abertura da Vala 80
4.7.3 Desfile de Tubos 80
4.7.4 Alinhamento da Tubulação 80
4.7.5 Solda da Tubulação 80
4.7.6 Abaixamento da Tubulação 81
4.7.7 Cobertura da Vala 81
4.7.8 Revegetação 81
4.7.9 Curvas de Nível 81
4.7.10 Instalação de Balizadores de Madeira e Delimitadores de Faixa 81
4.7.11 Placas e Fitas de Sinalização 81
4.7.12 Instalação em Travessias de Cursos d'água 84
4.8 Teste de Estanqueidade 86
4.9 Operação 87
4.10 Caracterização das Intervenções 87
5. ÁREA DE ESTUDO 88

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de localização do empreendimento. 8
Figura 2. DN 217/2017. 9
Figura 3. Mapa de localização com as Alternativas locacionais I, II e III – Municípios. 13
Figura 4. Amostra de dados vetoriais utilizados, incluindo base fundiária e ANMM. 20
Figura 5. Curvas de nível na região do traçado das Alternativas I, II e III. 21
Figura 6. Imagem dos pontos avaliados em campo para a definição das alternativas estudadas. 22
Figura 7. Mapa da BR 381 em relação a área do projeto. 23

Figura 8. Mapa da malha fundiária do SICAR utilizada como parâmetro de análise para as Alternativas I, II e II. 24
Figura 9. Imagem dos traçados preliminares debatidos com a fiscalização após a primeira fase de estudo. 25
Figura 10. Mapa das Alternativas I, II e III, sobre a área de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. 27
Figura 11. Mapa das Alternativas I, II e III, sobre a área da APA Fernão Dias. 28
Figura 12. Mapa das Alternativas I, II e III, sobre as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade. 29
Figura 13. Imagem das alternativas de traçados propostos para detalhamento. 31
Figura 14. Sobreposição dos traçados das Alternativas I, II e III em relação a malha municipal. 32
Figura 15. Visão geral da Alternativa I. 33
Figura 16. Perfil longitudinal da Alternativa I. 34
Figura 17. Visão geral da Alternativa II. 35
Figura 18. Perfil longitudinal da Alternativa II. 36
Figura 19. Visão geral da Alternativa III. 37
Figura 20. Perfil longitudinal da Alternativa III. 38
Figura 21. Trecho A – B: Extrema – MG. 54
Figura 22. Trecho B – C: Itapeva – MG. 55
Figura 23. Trecho C – D: Camanducaia – MG. 56
Figura 24. Trecho D – E: Cambuí – MG. 57
Figura 25. Trecho E – F: Estiva – MG. 58
Figura 26. Trecho F – G: Pouso Alegre – MG. 59
Figura 27. Trecho G – H: São Sebastião da Bela Vista – MG. 60
Figura 28. Acessos ao empreendimento. 61
Figura 29. Propriedades confrontantes, município de Extrema. 63
Figura 30. Propriedades confrontantes, município de Itapeva. 64
Figura 31. Propriedades confrontantes, município de Camanducaia. 65
Figura 32. Propriedades confrontantes, município de Cambuí. 66
Figura 33. Propriedades confrontantes, município de Estiva. 67
Figura 34. Propriedades confrontantes, município de Pouso Alegre. 68
Figura 35. Propriedades confrontantes, município de São Sebastião da Bela Vista. 69

Figura 36. Mapa de passivos ambientais ao longo do traçado. 70
Figura 37. Áreas suscetíveis a processos erosivos, ao longo do traçado. 71
Figura 38. Mapa geotécnico. 72
Figura 39. Imagem de uma ERGN de outra unidade de distribuição (ilustrativa). 73
Figura 40. Imagem de uma CMRP de outra unidade de distribuição (ilustrativa). 74
Figura 41. Localização das ERP's ao longo do traçado. 75
Figura 42. Localização das VB's ao longo do traçado. 76
Figura 43. Tubulação do gasoduto. 77
Figura 44. (A) abertura da vala, (B) desfile de tubo, (C) alinhamento da tubulação, (D) solda da tubulação, (E) tubulação soldada, (F) abaixamento da tubulação, (G) cobertura da vala, (H) revegetação, (I) curvas de nível, (J) anexação de tubulação a pontes, (K) placas de sinalização, (L) fitas de sinalização, (M e N) balizadores de madeira. 84
Figura 45. (A e B) Detalhes de travessia em cursos d'água. 85
Figura 46. Imagem ilustrativa da técnica do furo direcional. 86

Lista de Tabelas

Tabela 1. Parâmetros do projeto e desenvolvimento do traçado. 14
Tabela 2. Lista de critérios pré-definidos nos âmbitos de restrição e recomendação. 16
Tabela 3. Medidas das alternativas locacionais. 30
Tabela 4. Percentual das intervenções em remanescentes florestais e em APP. 30
Tabela 5. Traçado do Gasoduto – Linha Tronco. 53
Tabela 6. Propriedades confrontantes ao traçado do gasoduto. 62
Tabela 7. Componentes do Gás Natural. 78
Tabela 8. Emissões de poluentes. 79

1. INTRODUÇÃO

O presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA) refere-se ao objetivo da Companhia de Gás de Minas Gerais (GASMIG) de obter o licenciamento ambiental do empreendimento denominado "Sistema de Distribuição de Gás Natural Linha Tronco Extrema-Pouso Alegre". Este projeto visa desempenhar um papel estratégico no desenvolvimento do setor energético de Minas Gerais, promovendo a expansão da rede de distribuição de gás natural e incentivando o uso de fontes de energia mais limpas e eficientes. A Companhia de Gás de Minas Gerais (GASMIG) foi criada em 15 de julho de 1986 como uma unidade de negócios da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) para oferecer uma alternativa energética ao estado. Inicialmente, a GASMIG se dedicou à distribuição de biogás extraído de uma usina no aterro sanitário de Belo Horizonte, atendendo clientes comerciais próximos e a frota de veículos da CEMIG. No entanto, essa usina foi desativada após o esgotamento do biogás.

Em 1992, a GASMIG começou a fornecer gás natural para consumidores industriais, e em 1993, por meio do Gás de Alto Forno, um marco significativo na história da empresa ocorreu quando assinou um contrato de concessão com o Governo de Minas Gerais para distribuir gás natural, consolidando sua operação independente. Este contrato foi renovado em 2015, permitindo à GASMIG continuar suas operações até 2053. Ao longo dos anos, a GASMIG expandiu sua infraestrutura e serviços. Em 2004, a GASPETRO adquiriu 40% do capital social da GASMIG, e em 2014, a CEMIG recomprou essa participação, voltando a ser a principal acionista. Durante os anos seguintes, a GASMIG continuou a expandir sua rede, atendendo grandes indústrias no Vale do Aço, Zona da Mata e no Sul de Minas.

Em 2013, a GASMIG ampliou seu atendimento ao segmento residencial e comercial, conectando clientes como restaurantes, hospitais e hotéis. Atualmente, a empresa possui uma extensa rede de distribuição que atende milhares de clientes em várias regiões de Minas Gerais, sendo a distribuidora exclusiva de gás natural canalizado em todo o território mineiro. Seus serviços abrangem os segmentos industrial, residencial, comercial, gás natural comprimido (GNC), gás natural liquefeito (GNL), automotivo e termelétrico. Destaca-se por sua infraestrutura robusta, que contribui significativamente para a competitividade econômica, e pela adoção de práticas rigorosas de responsabilidade socioambiental, alinhando suas operações às melhores práticas de governança e sustentabilidade.

Com o objetivo de dar seguimento a ampliação da distribuição do gás natural, o traçado previsto para a implantação deste empreendimento possui uma extensão de 119,5 quilômetros, abrangendo toda Linha Tronco, e percorrendo sete municípios mineiros: Extrema, Itapeva, Camanducaia, Cambuí, Estiva, Pouso Alegre e São Sebastião da Bela Vista, conforme apresentado na **Figura 1.**

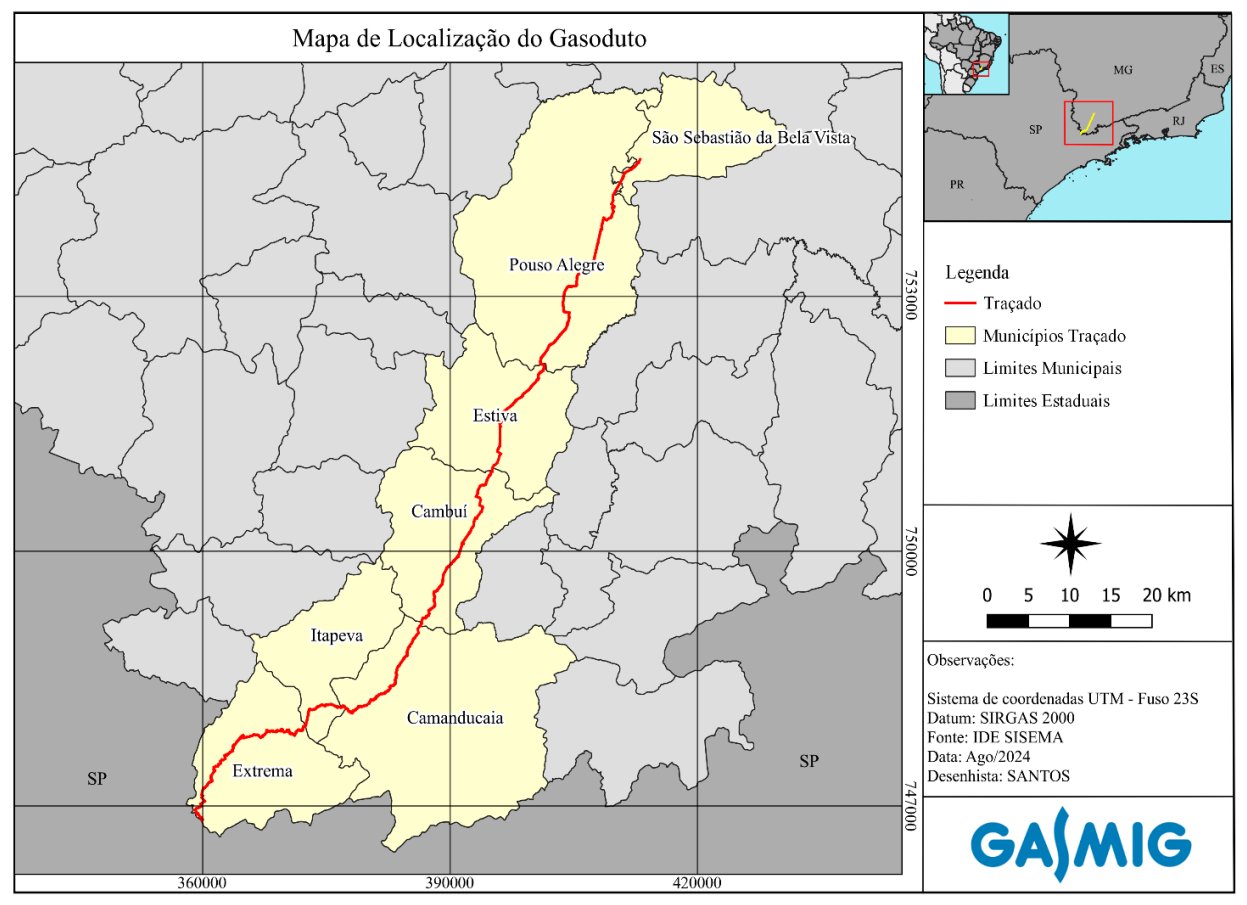


Figura 1. Mapa de localização do empreendimento.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

De acordo com o Código E-01-10-04 da Deliberação Normativa do COPAM DN 217/2017, apresentado na **Figura 2,** o empreendimento possui Potencial Poluidor/Degradador Médio e Porte Grande, classificando-o como Classe 4. Conforme os critérios locacionais, atinge a pontuação necessária para a modalidade de licenciamento LAC 2. Assim sendo, este EIA foi elaborado considerando as fases de implantação e operação, seguindo as diretrizes gerais da Resolução 01/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e demais regulamentos aplicáveis, especialmente o Termo de Referência (TR) para licenciamento ambiental prévio disponibilizado pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA).

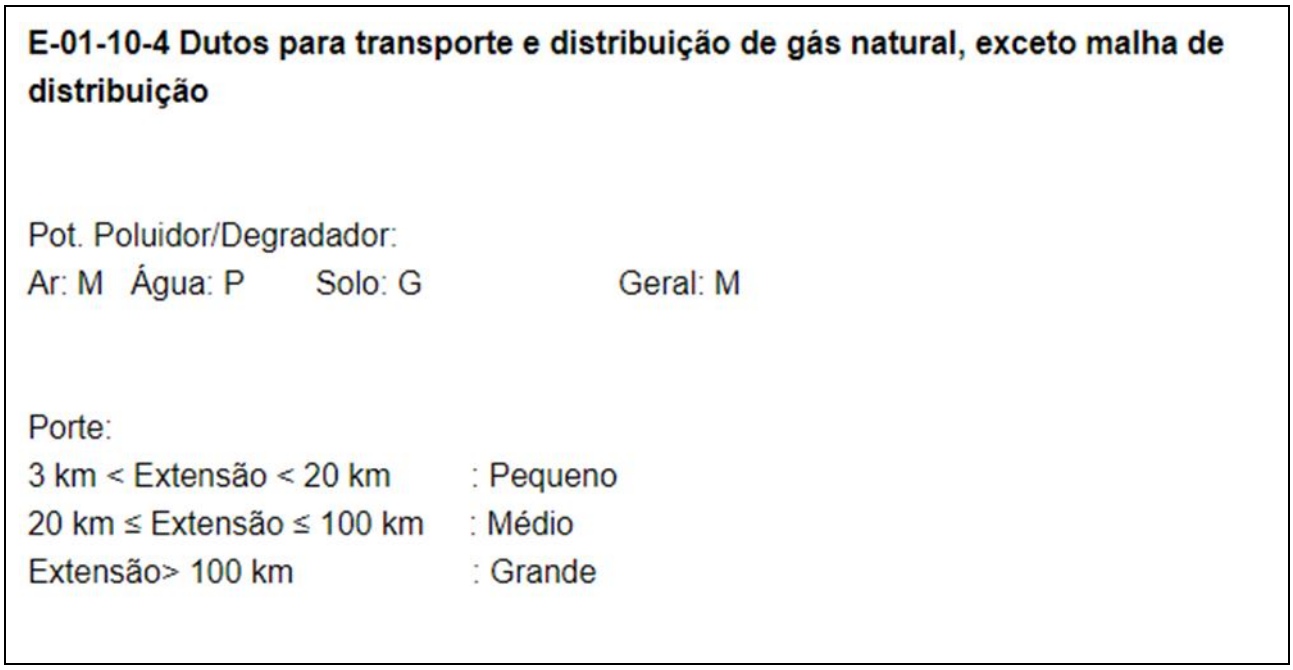


Figura 2 - DN 217/2017.
Fonte: Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017.

A análise realizada neste estudo baseia-se nas características do empreendimento e nos diagnósticos ambientais dos meios físico, biótico e socioeconômico, que foram realizados para caracterizar e compreender as áreas sob influência do projeto. Este EIA aborda a caracterização detalhada do empreendimento, incluindo o traçado proposto, as características tecnológicas e a análise de alternativas locacionais. Também define as áreas de influência do empreendimento, baseando-se na previsão do alcance dos potenciais impactos em cada meio estudado (físico, biótico e socioeconômico). Assim sendo, esse EIA está organizado em 3 volumes, sendo eles:

- Volume 1: Caracterização do Empreendimento;
- Volume 2: Diagnósticos Ambientais;
- Volume 3: Identificação e Avaliação dos Impactos, Programas Ambientais e de Compensação Ambiental;

Com base na correlação das informações dos diagnósticos e a caracterização do empreendimento, foram elaborados cenários que serviram de base para o prognóstico dos impactos ambientais potenciais e previstos do projeto. Esses cenários também incluem as respectivas medidas mitigadoras e de controle desses impactos, além de propostas de compensação ambiental. A análise foi conduzida, avaliando os potenciais efeitos das atividades da empresa sobre o contexto local e

propondo as medidas atenuadoras necessárias e, quando aplicável, compensatórias para os impactos que não puderem ser mitigados ou evitados.

2. IDENTIFICAÇÃO

2.1 Empreendedor

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	
Empreendimento	Sistema de Distribuição de Gás Natural – Pouso Alegre a Extrema (MG) - GASMIG
Razão Social	GASMIG – Companhia de Gás de Minas Gerais
CNPJ	22.261.473/0001-85
Endereço	Av. Barbacena, 1200 - 7º andar - Santo Agostinho, Belo Horizonte - MG, 30190-131
CTF	Ibama n° 45821

2.2 Consultoria Ambiental

DADOS	EMPRESA
Razão Social	Raiz Consultoria Hídrica e Ambiental Ltda
CNPJ	10.248.676/0001-52
Endereço	Rua Jamil Tannús, 321 Bairro Lídice, CEP: 38400-134 Uberlândia - MG
Telefone	(34) 3224-5095
E-mail	raizambiental@raizambiental.com.br
CTF/AIDA	5279371

3. ESTUDO DE ALTERNATIVAS

3.1 Introdução

A GASMIG, por concessão do Estado de Minas Gerais, é a distribuidora exclusiva de gás natural canalizado em todo o território mineiro. A empresa possui um papel importante na infraestrutura energética do estado, atendendo a diversos segmentos, incluindo industrial, residencial, uso geral, gás natural comprimido (GNC), gás natural liquefeito (GNL), e termelétrico. A GASMIG oferece distribuição segura e eficiente de gás natural a empresas de Minas Gerais, além de fornecer Gás Natural Veicular (GNV), apoiando o importante corredor viário do Sudeste. A empresa também

atende residências e comércios nas cidades abrangidas. O gás natural é uma solução mais competitiva, favorecendo a transição energética.

O traçado planejado para o projeto possui 119,5 quilômetros de extensão, inicialmente cruzará os municípios de Extrema, Itapeva, Camanducaia, Cambuí, Estiva, Pouso Alegre e São Sebastião da Bela Vista, com a possibilidade de expansão para municípios próximos, conforme a demanda futura. A implantação do Projeto ocorrerá em etapas, começando pela implantação da Linha Tronco, objeto deste estudo, que interliga os municípios.

Este Estudo de Inexistência de Alternativa Técnica e Locacional analisa alternativas de áreas para a implantação do Sistema de Distribuição de Gás Natural Linha Tronco Extrema – Pouso Alegre, a ser instalado pela Companhia de Gás de Minas Gerais (GASMIG), no trecho de Extrema a São Sebastião da Bela Vista. O objetivo é fornecer informações e dados técnicos essenciais para a compreensão do projeto e de suas interações com o meio ambiente.

A proposta contempla três alternativas de traçado desenvolvidas, considerando fatores físicos, bióticos e socioeconômicos, que estabelecem critérios ambientais seletivos para minimizar os impactos ambientais da instalação. Imagens baseadas em fontes cartográficas oficiais foram criadas para avaliar as restrições ambientais relacionadas aos aspectos físico, biótico e socioeconômico, levando em conta os elementos disponibilizados no Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG). Além disso, serão considerados detalhes técnicos e pormenores relevantes para a microlocalização.

3.2 Objetivo

O presente relatório tem como objetivo geral apresentar e descrever os estudos e etapas realizadas para elaboração e definição das três alternativas de traçado para a diretriz da faixa do Gasoduto de Distribuição da Linha Tronco Extrema – Pouso Alegre de propriedade da Companhia de Gás de Minas Gerais – GASMIG, em conformidade com o Decreto Estadual nº 47.749, de 11 de novembro de 2019, e o § 4º do art. 6º da Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 3.102, de 26 de outubro de 2021, bem como a Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006.

3.3 Metodologia

3.3.1 Abordagem Metodológica na Definição dos Traçados do Estudo

Para definição dos três traçados, o projeto foi desenvolvido com a colaboração da equipe multidisciplinar do Consórcio Viena Planal Sai (CVPS) e da equipe de Projetos e Gestão Ambiental da Gasmig, garantindo uma visão abrangente. A metodologia adotada para a escolha e definição desses traçados considerou premissas mecânicas e locacionais, visando viabilizar o percurso do duto e a futura implantação na faixa. A análise abrangeu aproximadamente 600 quilômetros entre Extrema e São Sebastião da Bela Vista, avaliando três possíveis traçados. Técnicas avançadas de geoprocessamento e engenharia de dutos foram empregadas, complementadas por inspeções locais e dados cartográficos vetoriais e matriciais sobre aspectos fundiários, ambientais, minerários, históricos e cadastrais de infraestrutura.

Foram realizadas análises em campo e entrevistas com técnicos das prefeituras para identificar as melhores alternativas e estabelecer diretrizes iniciais de trabalho, visando o refinamento técnico das opções. Na ausência de diretrizes específicas, todas as possibilidades foram avaliadas, incluindo a implantação em áreas rurais, o uso de vias existentes e o compartilhamento com faixas de domínio. O foco foi minimizar a extensão e o impacto global do empreendimento, priorizando rotas próximas a áreas urbanizadas e distritos industriais, locais com alta concentração de potenciais consumidores de gás.

Considerações socioeconômicas e ambientais foram fundamentais, como evitar aglomerados urbanos, áreas com concessão mineral, comunidades quilombolas, assentamentos e áreas de preservação ambiental. Também foram analisados a redução da supressão de vegetação, o impacto em corpos hídricos, e a facilidade de operação e manutenção da faixa.

Como documentos de referência para a definição dos traçados, foram utilizados os seguintes termos:

- Termo de Referência: Elaboração de projeto de sistema de distribuição de gás natural: linha troco e laterais em aço no estado de Minas Gerais – Projeto Extrema- Pouso Alegre;
- Termo de Referência: Anexo 8 – Documentos Técnicos e Normas Citadas;
- Termo de Referência: Anexo A – Procedimento para Estudo de Traçado e Levantamento Topográfico para Implantação de Gasoduto e Normas Citadas;
- 42210-PS-VPS-7541-RE-001 – Relatório Técnico de Obtenção de Cartografia;

- 42210-PS-VPS-7541-RE-002 – Mapa Base Reambulação;
- 42210-PC-VPS-7565-MC – Mapa Chave – Linha Tronco Extrema – Pouso Alegre.

3.3.2 Abordagem Metodológica Critérios Técnicos Ambientais

Para os estudos ambientais, seguiu-se o Termo de Referência da SEMAD, aplicando uma metodologia qualitativa baseada na análise de dados secundários. O objetivo foi compreender os aspectos específicos dos municípios na região do gasoduto.

O processo envolveu a análise de camadas de dados ambientais, incluindo topografia, hidrografia, solos, fauna, uso do solo, áreas protegidas e vegetação. As imagens geradas permitiram identificar áreas sensíveis e aquelas com menor capacidade de suportar a instalação sem causar danos significativos. Após todas essas análises, a Alternativa I foi a escolhida para a implantação do gasoduto. A **Figura 3** mostra o posicionamento das três alternativas de traçado e os municípios abrangidos.

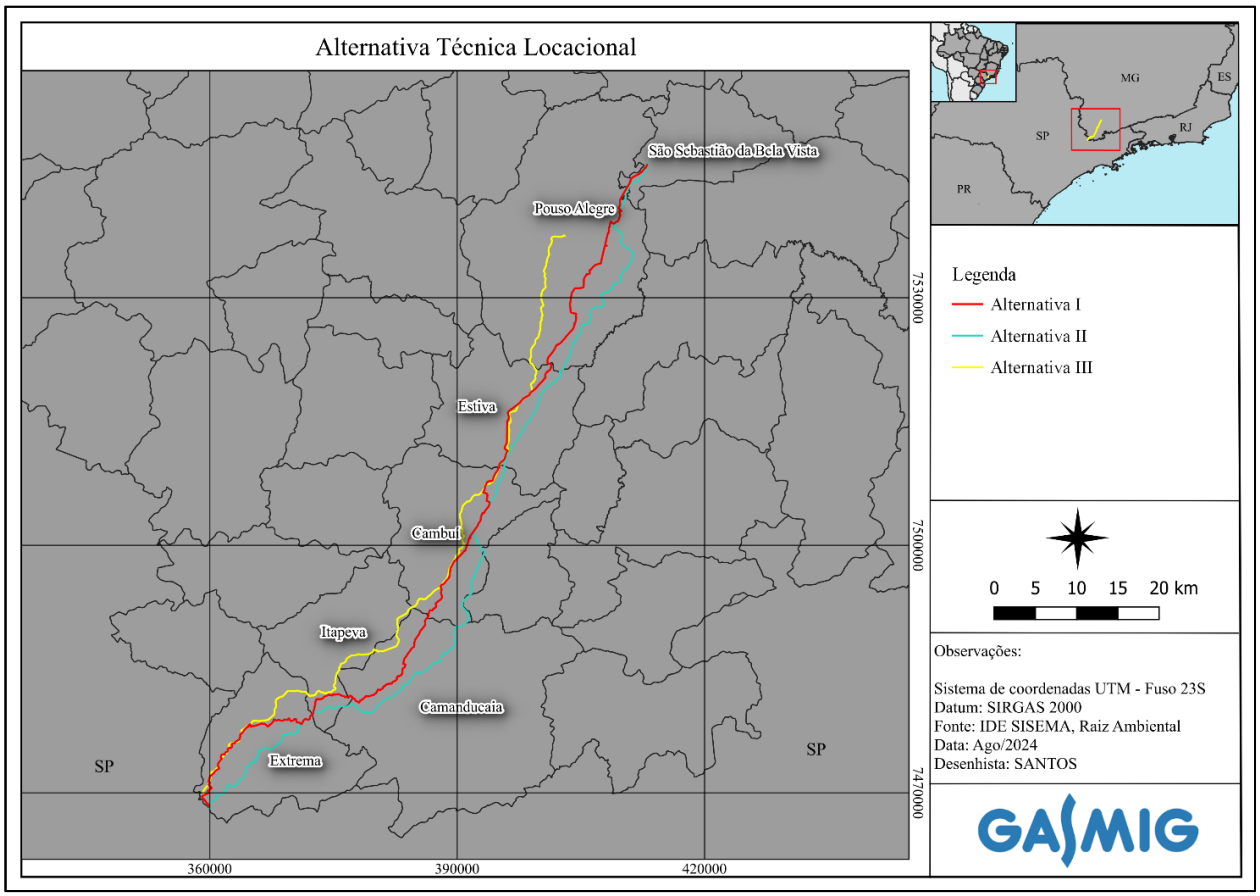


Figura 3. Mapa de localização com as Alternativas locacionais I, II e III – Municípios.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

3.4 Parâmetros e Princípios

3.4.1 Parâmetros do Projeto e Desenvolvimento do Traçado

Para elaboração dos estudos de traçado foram consideradas premissas mecânicas referentes ao duto, e locacionais referentes a faixa do duto, sendo elas:

Tabela 1. Parâmetros do projeto e desenvolvimento do traçado.

Características mecânicas dos dutos
Material em Aço Carbono
Diâmetro de 10 polegadas
Linha com passagem de PIG (uso de dispositivos de inspeção que viajam dentro do gasoduto)
Projeto da faixa
Desenvolvimento de no mínimo três alternativas de traçado
Largura de faixa de servidão de 8 e 12 metros

É importante ressaltar que, na ausência de uma diretriz específica, foram consideradas como premissas todas as alternativas viáveis para o traçado do duto e a futura implantação da faixa. Isso incluiu desde a implantação total em áreas rurais, o uso de vias existentes em zonas rurais e urbanas, até o compartilhamento com faixas de domínio já estabelecidas. Como princípio, sempre que possível, adotada a busca pelo menor impacto possível, considerando a visão global do empreendimento.

Do ponto de vista comercial, foram consideradas como premissas para estudo dos traçados a proximidade com as áreas urbanizadas e com distritos industriais dos municípios atingidos, visto que são os pontos de aglomeração e concentração dos potenciais consumidores do gás distribuído.

Em relação às premissas socioeconômicas e ambientais, foram considerados:

- Evitar atingir parcial ou integralmente aglomerados urbanos;
- Evitar áreas que possuam concessão de exploração de mineral;
- Evitar áreas de quilombolas e assentamentos;
- Evitar áreas de preservação ambiental;
- Reduzir as extensões da faixa com supressão vegetal;
- Priorizar caminhamentos da faixa que possuam acesso próximo;

- Considerar durante a definição dos traçados as possíveis áreas para instalação de válvulas e equipamentos da faixa;
- Reduzir e minimizar o impacto da construção da dutovia em corpos hídricos;
- Reduzir e minimizar o impacto da construção da dutovia em interferências de terceiros, como rodovias, ferrovias e outras infraestruturas;
- Considerar a linearidade da faixa como premissa geométrica da diretriz;
- Evitar projetar a diretriz da faixa com inflexões que resultem em futuras curvas a quente, curvas de raios menores;
- Considerar um cenário de equilíbrio técnico comercial quando forem utilizadas faixas de domínio de terceiros e ou vias existentes;
- Considerar para os cruzamentos e travessias extensões lineares suficientes para a execução de diferentes métodos construtivos, para que estes possam ser executados dentro dos limites da faixa de servidão prevista;
- Não projetar a faixa em terrenos com inclinação superior a 45°;
- Priorizar terrenos com declividade transversal reduzida com o intuito de reduzir a terraplanagem durante o processo de abertura de pista e possíveis contenções desnecessárias;
- Priorizar traçados com menor extensão;
- Considerar durante o processo de desenvolvimento dos traçados os mercados futuros impactados;
- Levar em consideração a operação da faixa, priorizando áreas que possuam acesso para a manutenção e gerenciamento da faixa, bem como considerar o mínimo de traçado em áreas de sensibilidade geotécnica que possam representar dificuldades gerenciais durante a operação do duto.

3.4.2 Critérios de Projeto

De modo geral, as boas práticas de Engenharia de Dutos para o projeto de novas faixas, recomendam como classificações principais, priorizar as menores extensões. Isso porque uma faixa de menor comprimento proporciona benefícios ambientais, sociais e econômicos, ao reduzir os

impactos em todas as fases do projeto, construção e operação da dutovia. Além disso, serão considerados como critérios de boas práticas:

- Minimizar as extensões da faixa com supressão vegetal;
- Quando ocorrerem cruzamentos e travessias, utilizar o critério locacional de menor extensão e impacto;
- Evitar projetar a faixa em locais com adensamento populacional;
- Evitar utilizar brejos e alagados como caminhamento da faixa, quando inevitável, considerar extensões lineares com menos inflexões;
- Evitar trechos rochosos ou com geomorfologia de risco;
- No estudo de travessias e cruzamentos, considerar o método construtivo mais complexo, agindo assim de modo preventivo no aspecto construtivo/custo futuro;
- Considerar no projeto da faixa, distancias mínimas de torres de alta de tensão e de faixas de linha de alta tensão;
- O critério locacional deve levar em consideração toda a estrutura para a operação da faixa.

Tabela 2. Lista de critérios pré-definidos nos âmbitos de restrição e recomendação.

CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE TRAÇADO	
ASPECTOS AMBIENTAIS E CONSTRUTIVO	
Áreas de Planejamento[1]	
Adensamento populacional	
Restrição	**Recomendação**
Passagem da Rede de Distribuição de Gás Natural (RDGN) dentro dos limites definidos pelo adensamento considerado, a partir de 10 residências unifamiliares.	Afastamento em 01 km^2 da RDGN em relação ao adensamento considerado, a partir de 10 residências unifamiliares.
Unidades de Conservação	
Restrição	**Recomendação**

[1] *Sob este aspecto, formam avaliadas as áreas de adensamento populacional a partir de 10 residências unifamiliares (classe de locação I, segundo NBR 12712) e as áreas de Unidades de Conservação (UC) (LEI Nº 9.985, de 18 DE JUL. de 2000).*

[2] *Esta distância leva em consideração a área de vulnerabilidade dos cenários acidentais obtidos nos Estudos de Análise de Riscos (EARs) de outras RDGNs de características semelhantes. (POENTE, 2004).*

Passagem da RDGN dentro dos limites definidos pelas Unidades de Conservação de Proteção Integral e suas áreas de amortecimento (buffer de 3km).	Afastamento das áreas limítrofes das UCs de Uso Sustentável, a exceção das Áreas de Proteção Ambiental (APAs).
Biodiversidade	
Restrição	**Recomendação[3]**
-	Afastamento, sempre que possível, das áreas florestadas. Quando houver inviabilidade do desvio, escolher o trecho de menor interceptação.

Recursos Hídricos

Restrição	**Recomendação[4]**
-	Trecho de menor interceptação, de menor supressão de mata ciliar e cuja calha do curso d'água seja a mais favorável sob os aspectos construtivos.
Zonas temáticas[5]	

Áreas indígenas

Restrição	**Recomendação**
Passagem da RDGN dentro dos limites definidos pelas áreas indígenas.	Afastamento em 3 km[6] da RDGN em relação às áreas indígenas.
Áreas de quilombolas	
Restrição	**Recomendação**
Passagem da RDGN dentro dos limites definidos pelas áreas de quilombolas.	Afastamento em 3 km[7] da RDGN em relação às áreas de quilombolas.

Áreas de assentamento

Restrição	**Recomendação**
Passagem da RDGN dentro dos limites definidos pelas áreas de assentamento.	Afastamento em 500 m[8] da RDGN em relação às áreas de assentamento.
Áreas de caverna	

[3] *Adotado esse critério, haverá redução nos custos despendidos em compensações ambientais, além da redução dos impactos ambientais. (Lei nº 9.985/2010 e Lei nº 11.428/ 2006).*

[4] *Adotado esse critério, haverá redução nos impactos ambientais de travessias, tais como processos erosivos das margens e assoreamento dos corpos d'água.*

[5] *Sob este aspecto, foram analisadas as áreas indígenas, de quilombolas, de assentamentos, de cavernas, de relevância arqueológica, de uso potencial e especial para mineração (DNPM).*

[6] *Esta distância refere-se à recomendada pelo Anexo II da Portaria Interministerial nº 419, dada à tipologia do empreendimento e evita o conflito com essas comunidades, além de dispensar a necessidade de anuência da Fundação Nacional do Índio (FUNAI).*

[7] *Esta distância refere-se à recomendada pelo Anexo II da Portaria Interministerial nº 419, dada à tipologia do empreendimento e evita o conflito com essas comunidades, além de dispensar a necessidade de anuência da Fundação Cultural Palmares (FCP).*

[8] *Esta distância refere-se à Área de Influência Direta (AID) do empreendimento e evita o conflito com essas populações, além de dispensar a necessidade de anuência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).*

Restrição	Recomendação
Passagem da RDGN dentro dos limites definidos pelas áreas de caverna.	Afastamento em 250 m[9] da RDGN em relação às áreas limítrofes dos sítios arqueológicos.
Áreas de relevância arqueológica	
Restrição	**Recomendação**
-	Afastamento em 250 m[10] da RDGN em relação às áreas de caverna.
Áreas de uso potencial e especial para mineração (DNPM)[11]	
Restrição	**Recomendação**
Passagem da RDGN dentro das áreas de concessão de lavra, licenciamento, registro de extração e lavra garimpeira.	Afastamento das áreas limítrofes de requerimentos: de lavra, de licenciamento, de registro de extração e de lavra garimpeira. Além dessas, e sempre que possível, afastar de áreas de disponibilidade, com requerimento de pesquisa e autorização de pesquisa.
Planialtimetria	
Restrição	**Recomendação**
Passagem da RDGN em áreas cujas inclinações dos terrenos sejam maiores que 45°.	Passagem da RDGN em áreas cujas inclinações dos terrenos sejam as mais baixas[12].

Como critério topográfico, foram analisados os pontos de menor inclinação longitudinal e transversal, evitando e ou minimizando passivos erosivos e possíveis incidentes geotécnicos futuros, garantindo assim a segurança operacional do gasoduto. A questão fundiária desempenhou um papel importante na definição básica do traçado, uma vez que a malha fundiária existente foi utilizada para garantir que, nos trechos situados em terras privadas, as propriedades não fossem fragmentadas, preservando assim a integridade patrimonial das áreas afetadas. Durante o refinamento da diretriz da faixa, também foram levados em consideração os planos diretores dos municípios envolvidos e os futuros projetos de grande porte ao longo do traçado previsto, evitando interferências.

[9] *Esta distância dispensa a necessidade de se contratar Estudo de Relevância de Cavidade, um ganho em custo e prazo de licenciamento para a implantação do empreendimento. (Resolução CONAMA Nº 347/2004).*
[10] *Esta distância diminui o impacto ambiental e restringe as interferências nesses sítios, além de dispensar a necessidade de resgate. Dada a necessidade de prospecção para identificação desses sítios, este aspecto não será inicialmente considerado para escolha do traçado conceitual. Após realização das prospecções e, havendo interferência do traçado básico com algum sítio, deverá ser avaliado o custo-benefício das opções de resgate ou de salvamento.*
[11] *Regimes de aproveitamento das substâncias minerais, de acordo com o Decreto-Lei nº 227/67.*
[12] *Evita-se grandes movimentações de terra, reduzindo os custos de obra.*

3.5 Metodologia de trabalho

3.5.1 Metodologia geral

A metodologia adotada nos estudos de traçado foi baseada na integração de técnicas avançadas de geoprocessamento e engenharia de dutos, complementada por inspeções técnicas em campo. Para embasar essas análises, foram utilizadas bases cartográficas vetoriais e matriciais que incluíam informações sobre aspectos fundiários, ambientais, minerários, históricos e de infraestrutura cadastral, com o objetivo de atender aos preceitos e critérios definidos para a análise do traçado do gasoduto.

A linha de base da metodologia consiste em cruzamentos de dados fundiários, ambientais, minerários e projeções de empreendimentos futuros nas rotas em análise, integrando-se à totalidade das informações coletadas. As premissas e critérios estabelecidos no item 5 formaram a base das matrizes de decisão utilizadas nos estudos. Ademais, a definição e o desenvolvimento dos traçados foram realizados em colaboração com a equipe multidisciplinar do CVPS e a equipe de Projetos e Gestão Ambiental responsável pela supervisão do contrato. Isso garantiu uma visão abrangente do projeto e a consideração de todos os aspectos técnico-comerciais essenciais para a elaboração dos traçados.

Além das condições e informações mencionadas, foram realizadas análises extensivas em campo antes da obtenção dos primeiros resultados dos estudos de traçado. O objetivo dessa abordagem foi identificar as melhores macropossibilidades e estabelecer diretrizes iniciais de trabalho, permitindo um refinamento técnico posterior das opções e culminando em um resultado.

3.5.2 Base Cartográfica Vetorial e Matricial

3.5.2.1 Base Vetorial

A base vetorial cartográfica que serviu de matriz orientativa para os estudos de traçado foi obtida através de pesquisas em acervo de dados geográficos disponíveis na internet. Para a compilação de dados vetoriais foram adquiridos os seguintes vetores:

- Dados Vetoriais de Hidrografia;
- Dados Vetoriais de Rodovias, Ferrovias, Estradas e Arruamento;
- Dados Vetoriais de Assentamentos e Quilombolas;
- Dados Vetoriais de Áreas Indígenas;

- Dados Vetoriais das Áreas do DNPM;
- Dados Vetoriais de Áreas de Conservação Ambiental;
- Dados Vetoriais de Parques Federais, Estaduais e Municipais;
- Planos Diretores dos Municípios Atingidos;
- Dados Vetoriais de Torres e Linhas de Transmissão de Alta Tensão;
- Dados Vetoriais Geotécnicos;
- Curvas de Nível em escala 1:10.000 (dados trabalhados a partir de dados SRTM);
- Malha Fundiária dos Municípios Atingidos obtida do SICAR.

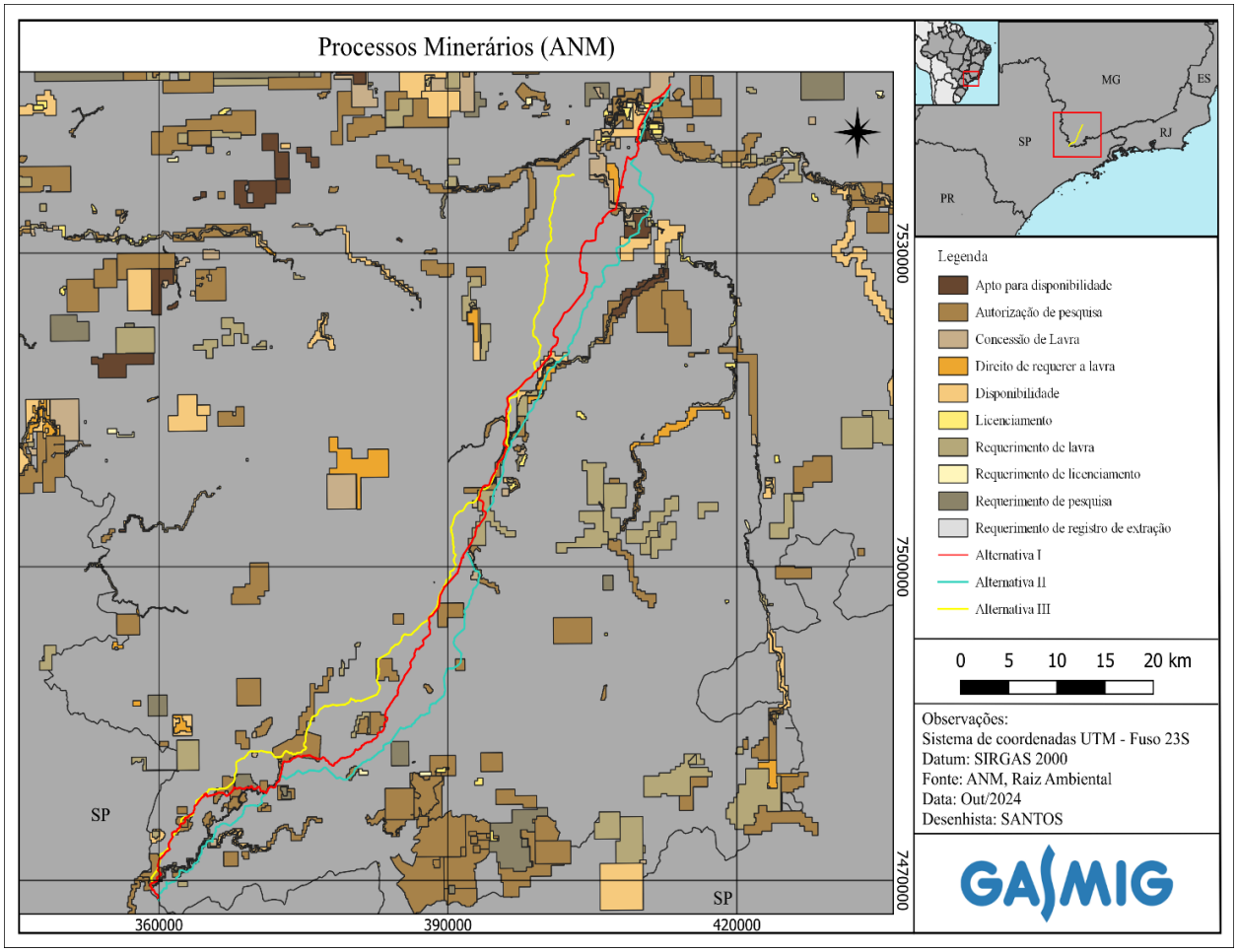


Figura 4. Amostra de dados vetoriais utilizados, incluindo base fundiária e ANMM.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

3.5.2.2 Base Matricial

A base matricial utilizada para o desenvolvimento dos estudos foi obtida através desse estudo e de fontes disponíveis na internet e devidamente detalhada no documento 42210-PS-VPS-7541-RE-001 – Relatório Técnico de Obtenção de Cartografia.

Os dados matriciais podem ser tecnicamente divididos em dois formatos:

- Ortomosaico de Imagens Orbitais;

- Modelo Digital de Elevação do Terreno (que originou as curvas de nível utilizadas como base).

As imagens obtidas possuem resolução média de 40cm por pixel e foram utilizadas em conjunto com softwares de livre acesso, como Google Earth, Bing Maps e Here Maps (acessíveis através de navegadores de internet ou softwares livres instalados).

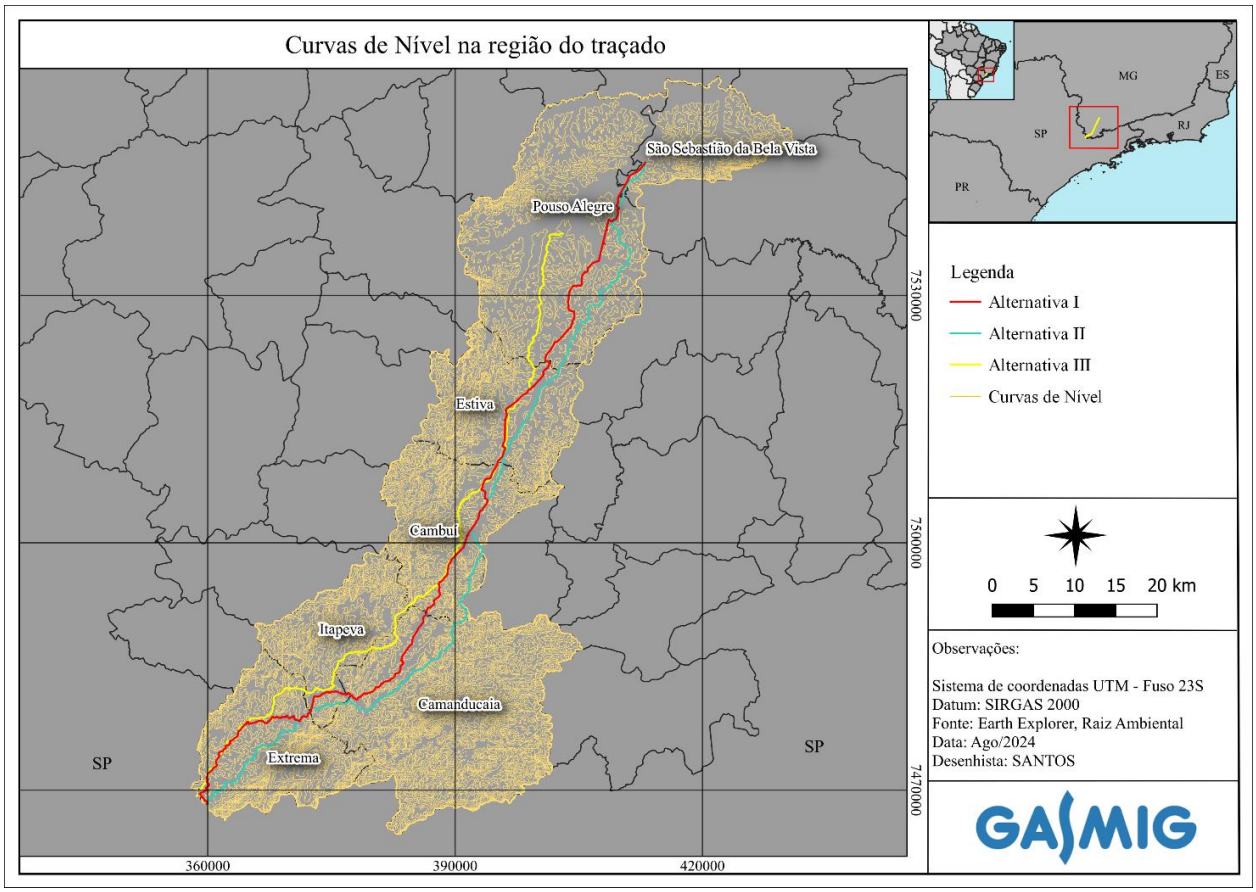


Figura 5. Curvas de nível na região do traçado das Alternativas I, II e III.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

3.5.3 Análise Técnica em Campo

A principal metodologia utilizada para o desenvolvimento dos estudos descritos neste relatório foi a análise em campo. Utilizando os dados vetoriais e matriciais primários, foram analisadas inúmeras alternativas de traçado até se chegar em três opções exequíveis.

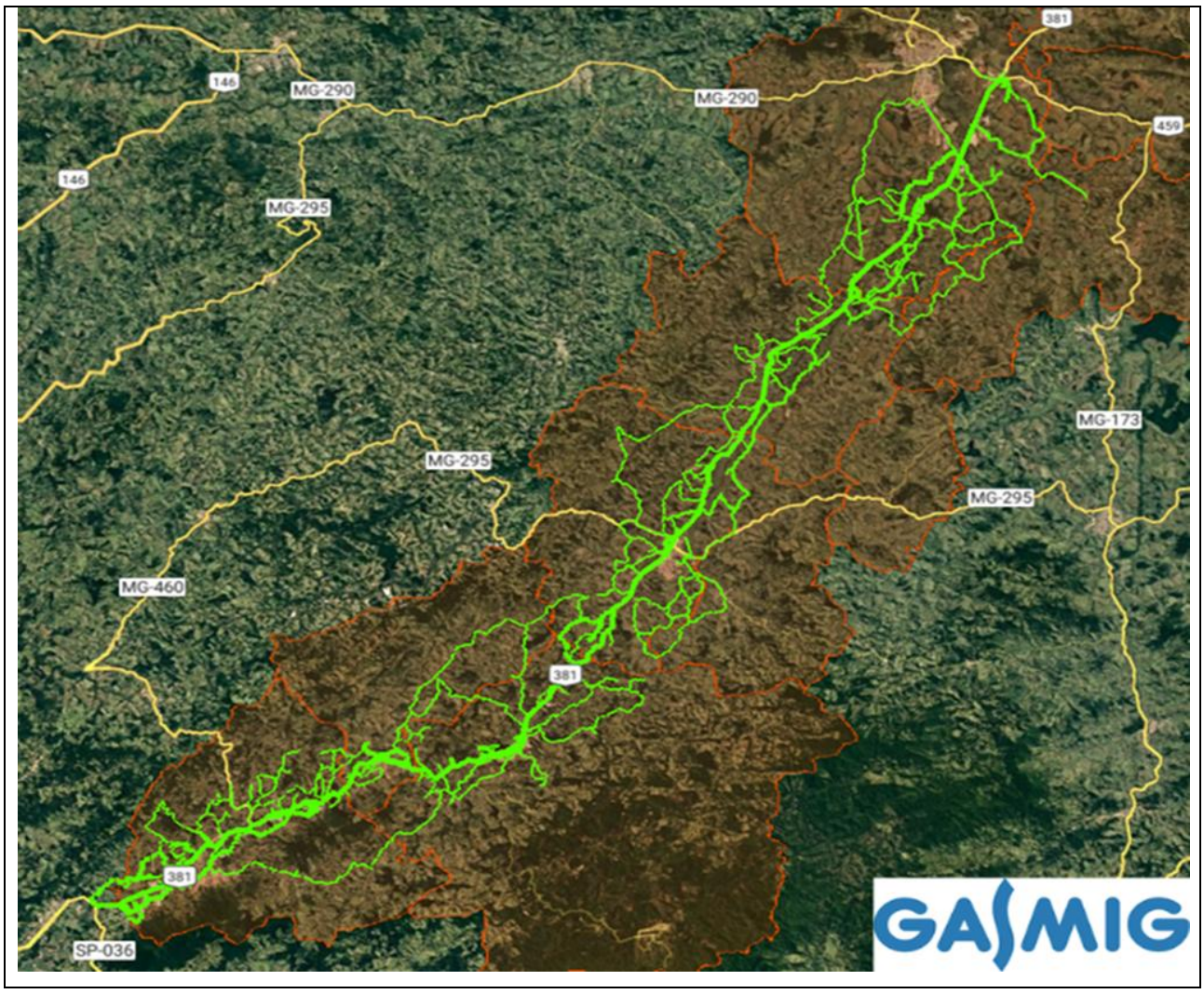


Figura 6. Imagem dos pontos avaliados em campo para a definição das alternativas estudadas.

3.6 ESTUDO DO TRAÇADO

Na ausência de um traçado preliminar para a criação das diretrizes iniciais de estudo, foram considerados os trajetos de menor extensão entre a Estação de Recebimento de Gás Natural de Extrema e o ponto final em São Sebastião da Bela Vista. Numa primeira análise, é notório que a

Rodovia Federal BR-381 é o ponto de ligação mais curto entre esses pontos, sendo inicialmente a referência logística para os estudos preliminares.

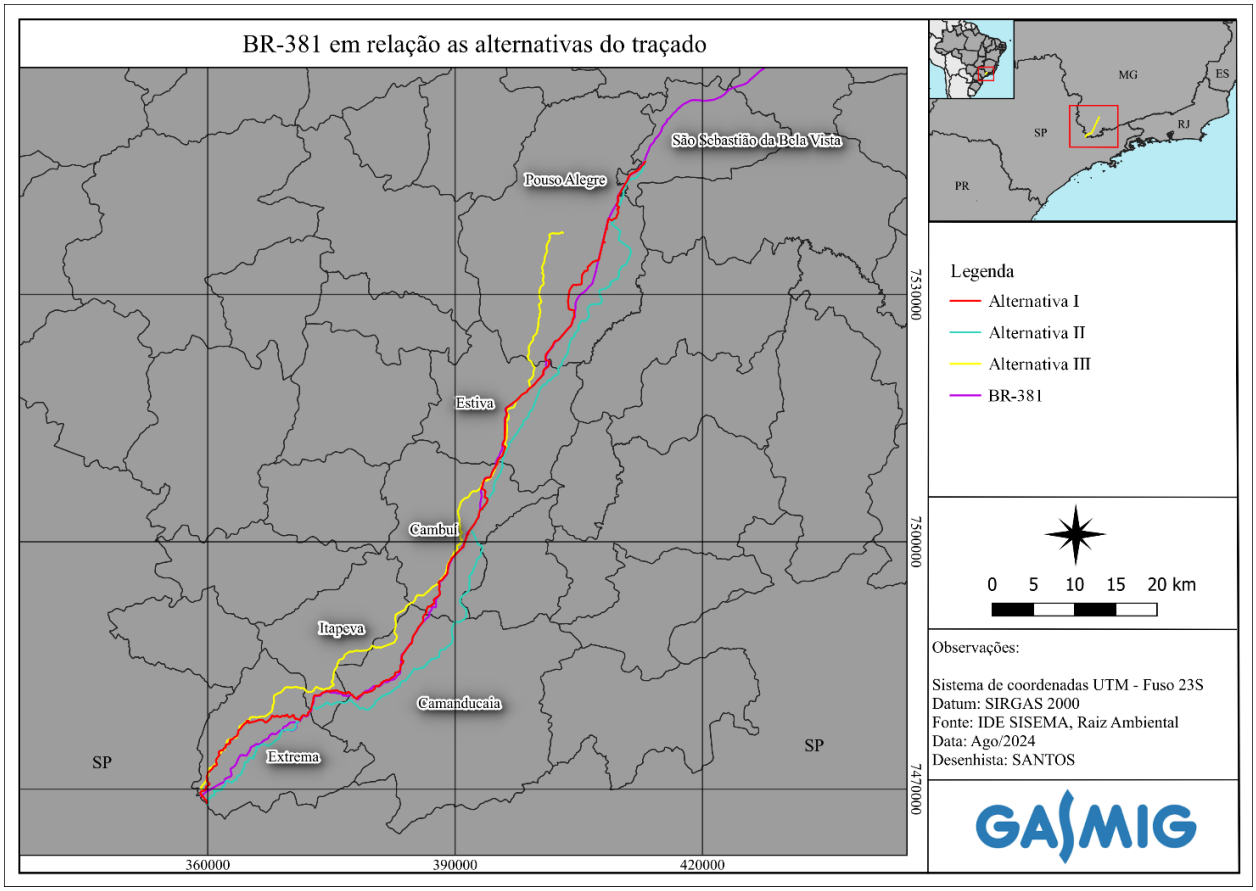


Figura 7. Mapa da BR 381 em relação a área do projeto.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

Além da questão da BR-381, outro aspecto de grande importância para o desenvolvimento do projeto foi a análise da malha fundiária da região. Isso se deve ao fato de que a desapropriação para a implantação de um serviço é um dos principais desafios em empreendimentos lineares, como uma faixa de dutos. A malha fundiária, obtida a partir dos dados do SICAR, foi utilizada como parâmetro comparativo dentro da matriz de análise.

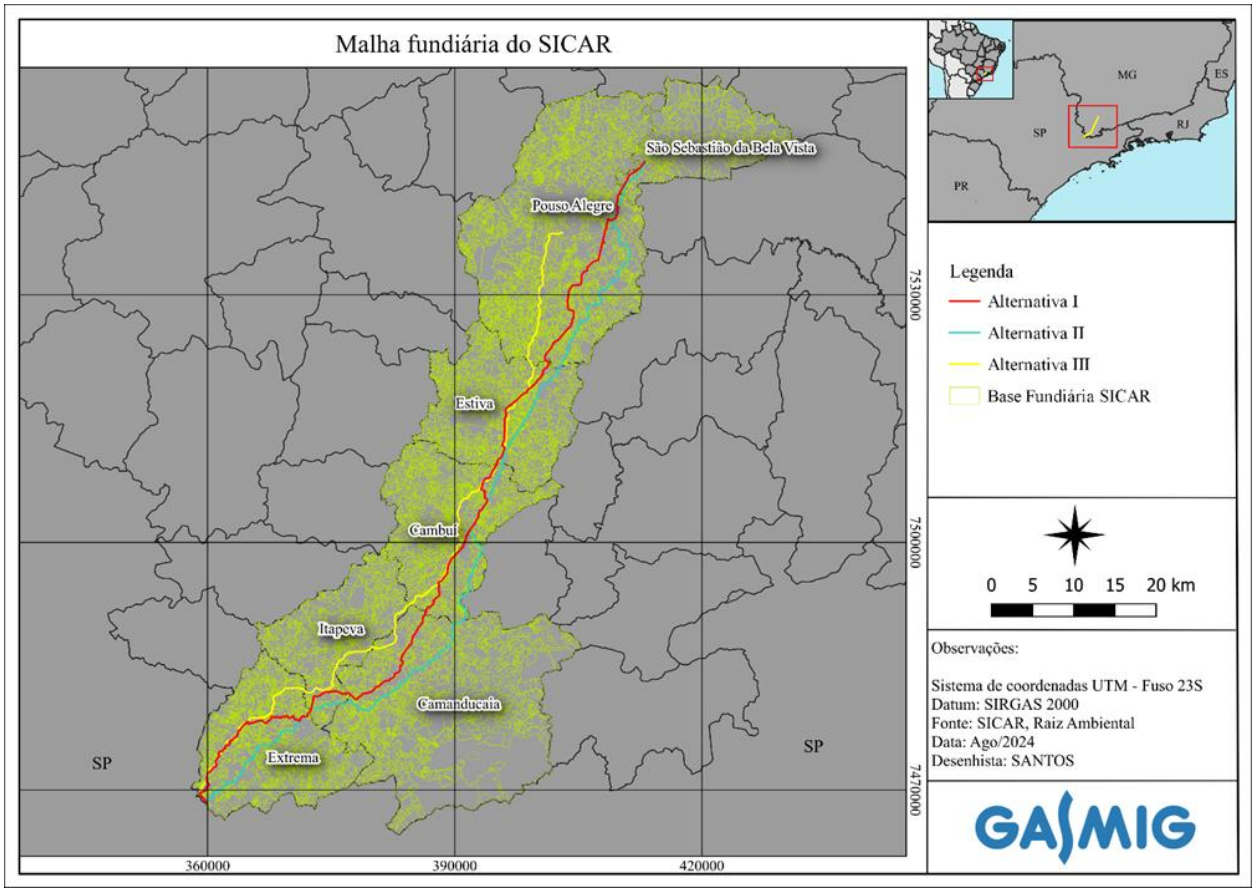


Figura 8. Mapa da malha fundiária do SICAR utilizada como parâmetro de análise para as Alternativas I, II e II.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

Com base nos dois cenários descritos acima, nos quais a utilização da faixa de domínio da BR-381 para a ligação entre Extrema e São Sebastião da Bela Vista, representa o caminho mais curto e com menor impacto fundiário, chegou-se à conclusão de que considerar essa faixa de domínio como uma opção viável para o traçado não limitava a avaliação de outras possibilidades. Dessa forma, foram analisados em campo diferentes traçados, levando em conta a utilização da faixa de domínio da rodovia, trechos em áreas rurais, trechos em vias existentes e trechos em áreas urbanas próximas aos futuros bolsões, sempre considerando a proximidade dos distritos industriais em relação aos traçados.

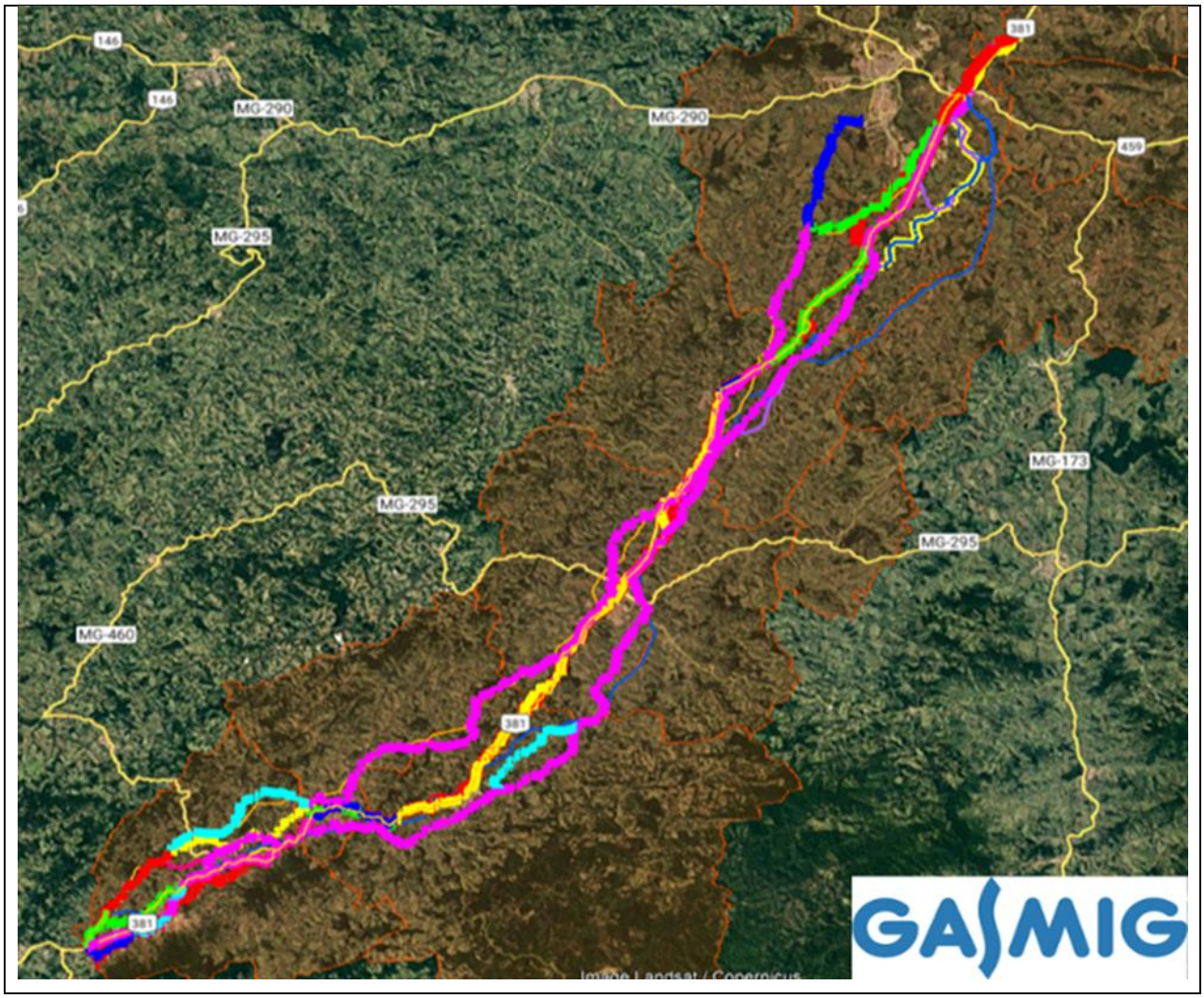


Figura 9. Imagem dos traçados preliminares debatidos com a fiscalização após a primeira fase de estudo.

3.6.1 Aspectos Ambientais

Em relação à questão ambiental, a equipe especializada nesse quesito do CVPS conduziu uma análise macro dos traçados avaliados, focando nos aspectos de hidrografia, vegetação e licenciamento.

As travessias de cursos d'água para implantação do empreendimento estão dispensadas de outorga de uso de recursos hídricos, mas devem obrigatoriamente ser cadastradas como travessias subterrâneas nos órgãos competentes. O cadastro das travessias nos Rios Jaguari, Camanducaia e Sapucaí-Mirim deverá ser realizado na Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), uma vez que esses rios estão sob domínio federal. Os demais cursos d'água, são de domínio estadual, sendo seus cadastros realizados no Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. É importante ressaltar que os traçados definidos estão em conformidade com a Lei nº 15.082/2004, que regulamenta

os rios de preservação permanente, não abrangendo essas áreas, nem locais de drenagem, e evitando trechos a montante de cursos d'água classificados como Classe Especial.

As questões referentes aos traçados propostos e a região afetada estão localizadas na Mata Atlântica, englobando formações florestais nativas com diversas fitofisionomias desse bioma. A Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006), promulgada em 22 de dezembro de 2006, regulamenta a conservação e o uso sustentável desse bioma.

A Mata Atlântica, conhecida por sua rica diversidade biológica, abriga inúmeras espécies endêmicas. Alguns trechos dos traçados exigirão a supressão de vegetação, que estará sujeita a inventários florestais, à análise técnica do órgão competente e à autorização correspondente. Segundo o mapa da Biodiversitas de Áreas Prioritárias para Conservação, os traçados atravessam a Região da Serra da Mantiqueira (abrangendo os municípios de Extrema, Itapeva, Camanducaia e parcialmente Cambuí), considerada de relevância especial. A supressão de vegetação nativa em áreas prioritárias para conservação, classificadas como de importância biológica "extrema" ou "especial" - exceto para árvores isoladas - é um critério de localização. Nesse sentido, é essencial a apresentação de um Estudo sobre os Critérios Locacionais, conforme a Deliberação Normativa Copam nº 217/2017 – Áreas Prioritárias para a Conservação. Além disso, os traçados propostos impactam, parcialmente, a APA Fernão Dias, Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade e a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Com base dos levantamentos de dados primários e secundários, não foram identificados cavernas, terras indígenas, assentamentos ou outras áreas de relevância ambiental para o projeto.

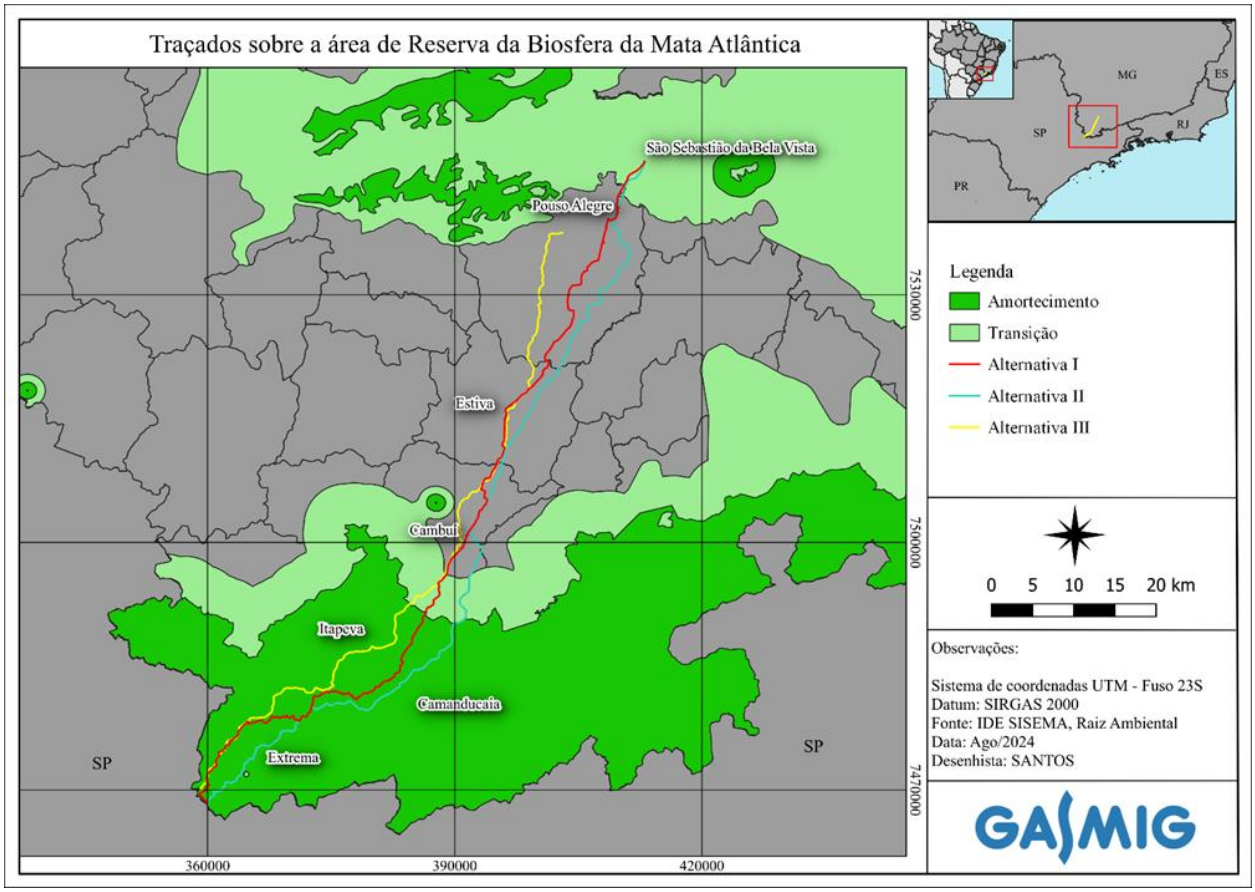


Figura 10. Mapa das Alternativas I, II e III, sobre a área de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

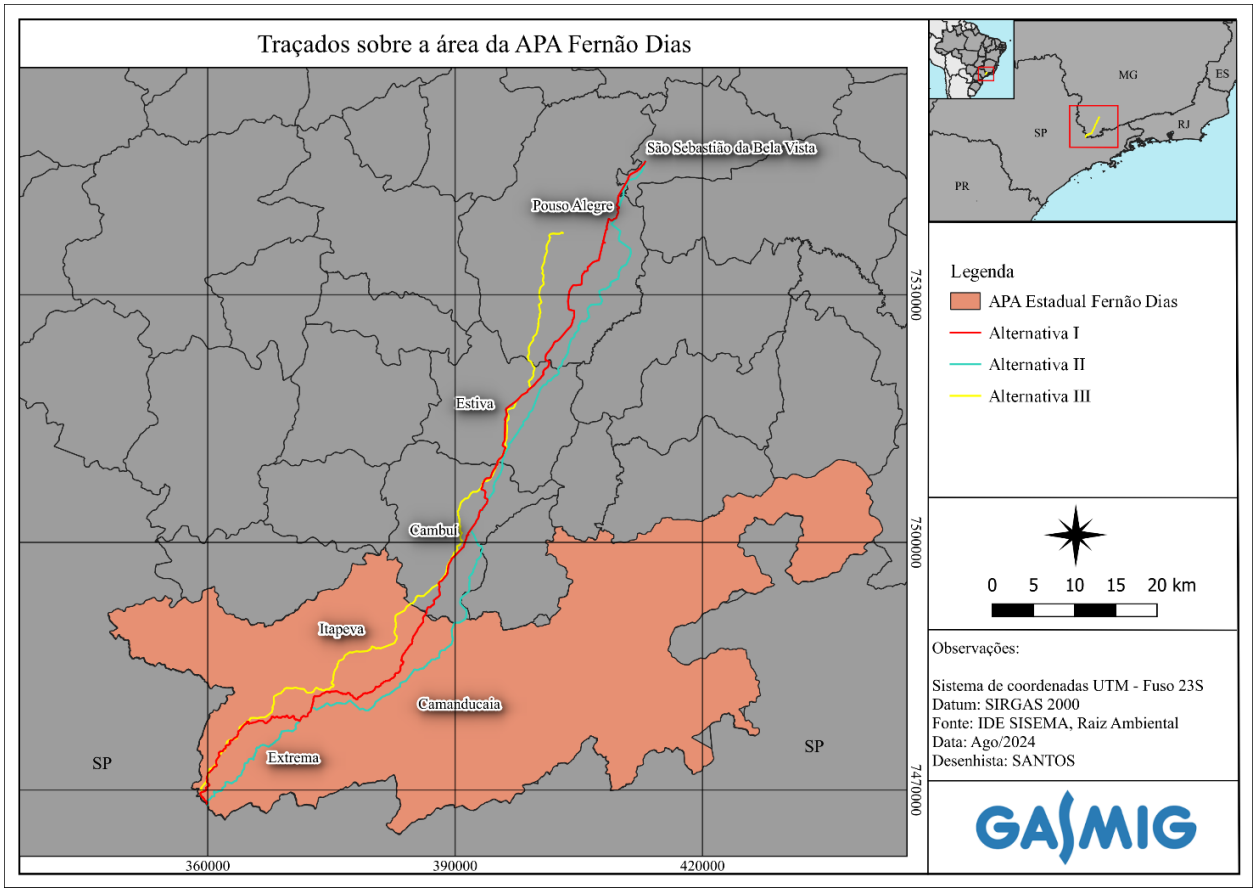


Figura 11. Mapa das Alternativas I, II e III, sobre a área da APA Fernão Dias.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

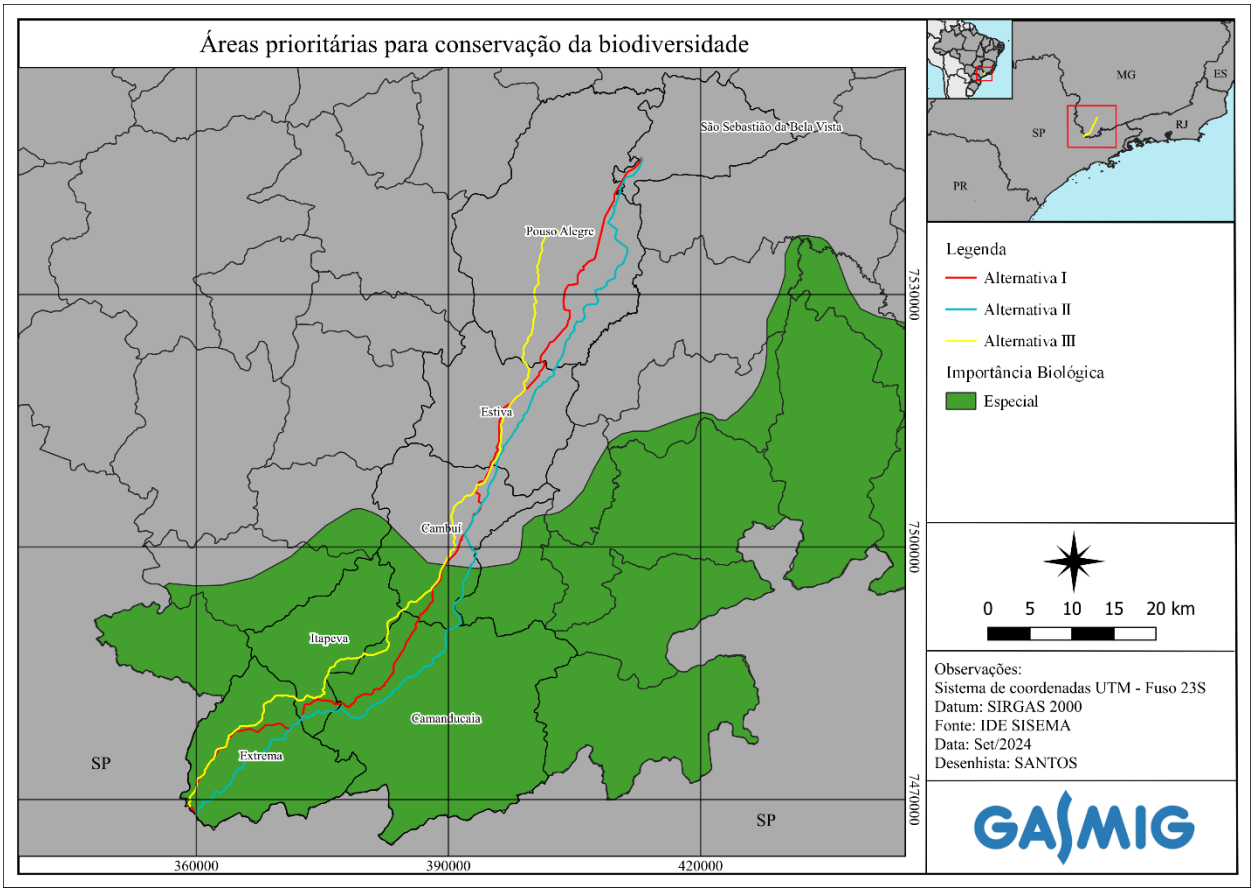


Figura 12. Mapa das Alternativas I, II e III, sobre as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

3.6.1.1 Sobreposições de Remanescentes Florestais e de APPs

Na região de estudo, foram analisadas as ocorrências de intervenção em remanescente de vegetação e em Áreas de Preservação Permanente – APPs para cada uma das alternativas propostas para a instalação do gasoduto. Assim, foram calculadas as áreas dessas ocorrências, em hectares, para cada alternativa.

Para analisar a sobreposição das alternativas locacionais do empreendimento com fragmentos florestais da Mata Atlântica e áreas de preservação permanente (APP), foram utilizados softwares de Sistemas de Informações Geográficas – SIG, imagens de satélites e ortofotos provenientes de levantamento aerofotogramétrico realizado por drone, além de levantamento primário com visita de campo para verificar cada curso d'água e sua respectiva APP.

Com todas as APP's e trechos de vegetação mapeados e delimitados, foi extraída a área de cada fragmento através da ferramenta do QGIS "calculado de campo". Todos os cálculos de área foram feitos utilizando o sistema de coordenadas UTM, fuso 23S, e Datum SIRGAS2000.

Abaixo, na **Tabela 3**, as áreas das intervenções em remanescentes florestais e em APP de cada alternativa locacional, bem como suas extensões totais.

Tabela 3. Medidas das alternativas locacionais.

Área (hectares)	Alternativa I	Alternativa II	Alternativa III
Supressão de Remanescentes Florestais (ha)	32,68	23,66	26,65
Intervenção em APP (ha)	16,62	20,05	10,48
Extensão Total (km)	119,5	117	99

Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

Aqui estão os resultados do percentual de intervenção em Área de Preservação Permanente (APP) e supressão de vegetação, em relação à extensão total de cada alternativa, calculadas utilizando a seguinte forma:

$$Porcentagem = \left(\frac{Área\ de\ intervenção\ em\ APP\ ou\ supressão\ de\ vegetação\ (ha)}{Extensão\ total\ (km)}\right) \text{X } 100$$

A análise das três alternativas de traçado do gasoduto revelou as seguintes porcentagens de intervenção em Área de Preservação Permanente (APP) e supressão de vegetação em relação à extensão total dos projetos: Na alternativa I, com uma extensão de 119,5 km, a intervenção em APP é de 16,62 hectares (14,97%) e a supressão de vegetação é de 32,68 hectares (27,34%). Na alternativa II, que se estende por 117 km, a intervenção em APP é de 20,05 hectares (17,13%) e a supressão de vegetação é de 23,66 hectares (20,22%). Por fim, na alternativa III, com uma extensão de 99 km, a intervenção em APP é de 10,48 hectares (10,60%) e a supressão de vegetação é de 22,83 hectares (23,00%).

Tabela 4. Percentual das intervenções em remanescentes florestais e em APP.

Percentual (%)	Alternativa I	Alternativa II	Alternativa III
Intervenções em Remanescentes Florestais	27,34	20,22	26,91
Intervenção em APP	16,62	17,13	10,58
Extensão Total (km)	119,5	117	99

Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

A Alternativa 1 se apresenta como a opção mais adequada e viável para o projeto, considerando a análise detalhada das condições locais e os requisitos técnicos exigidos. A escolha por desviar a rota da cidade de Extrema foi fundamentada principalmente em questões de segurança,

mitigação de riscos e nas restrições impostas pelas características topográficas da região, que tornaram inviável seguir pela faixa de domínio. Este traçado foi ainda respaldado por um levantamento aerofotogramétrico, que permitiu uma compreensão precisa da geografia e topografia local, garantindo uma solução eficiente e tecnicamente segura. Embora tenha resultado em um aumento na área de supressão de remanescentes florestais (32,68 ha), este impacto foi considerado inevitável, pois outras alternativas que evitassem esse desvio não atenderiam aos requisitos de segurança e adequação técnica do projeto.

3.7 ALTERNATIVA LOCACIONAL

Após a análise de todos os aspectos e pontos descritos nos itens anteriores, foram refinadas três alternativas de traçado conceitual para um posterior detalhamento do projeto. Com o objetivo de buscar o equilíbrio entre técnica, custo e meio ambiente, foram exploradas possibilidades híbridas de uso e ocupação para a construção da faixa, incorporando em todas as alternativas trechos de faixa de domínio, áreas rurais e vias existentes. Essa abordagem visa promover o equilíbrio e evitar a limitação dos estudos a uma única solução.

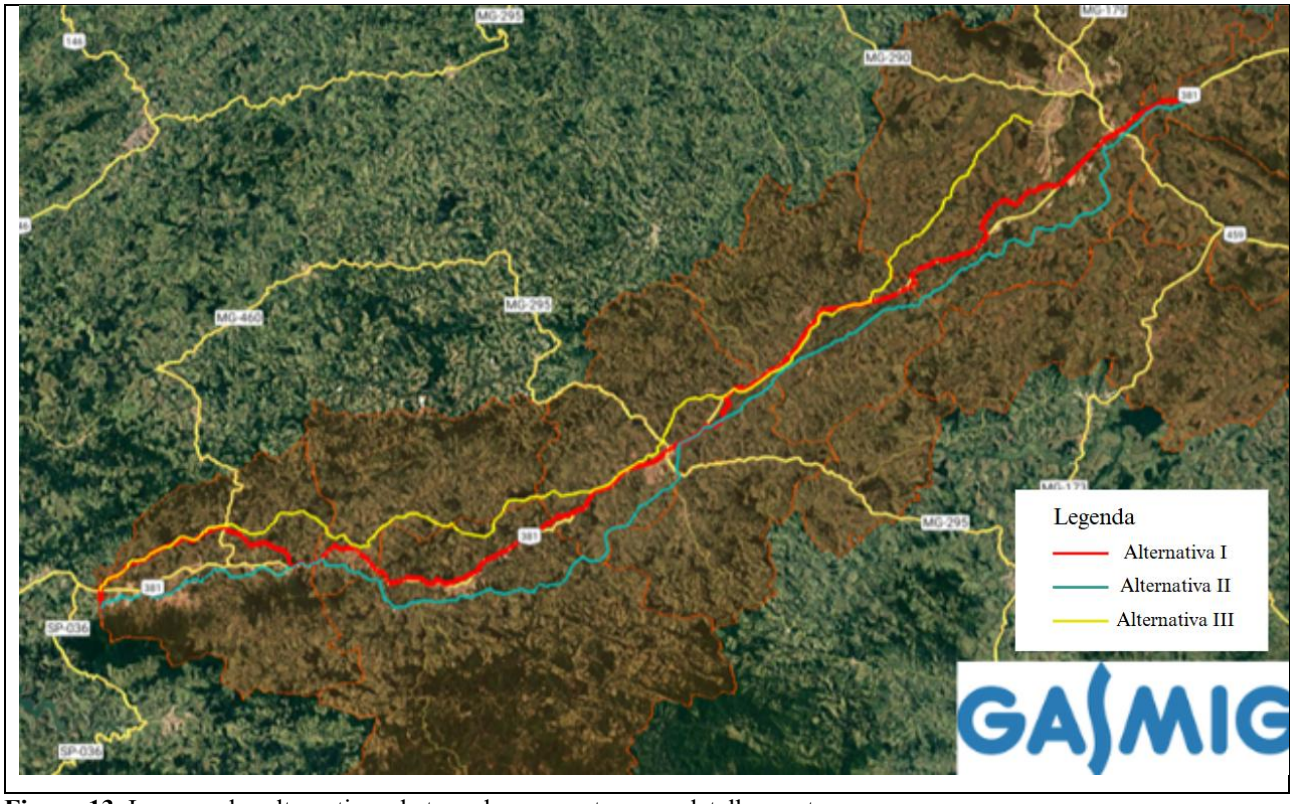


Figura 13. Imagem das alternativas de traçados propostos para detalhamento.

Na figura acima é possível visualizar as 3 alternativas exequíveis de traçado para o detalhamento, sendo:

- Alternativa 1 = 119,5 quilômetros de extensão - Utiliza Terras Privadas e Faixa de Domínio da BR381;
- Alternativa 2 = 117 quilômetros de extensão – Utiliza Malha Urbana de Extrema como ponto de partida e grande parte em terras privadas;
- Alternativa 3 = 99 quilômetros de extensão – Utiliza Terras Privadas e Faixa de Domínio da BR381 (importante destacar que a extensão reduzida dessa alternativa se deve principalmente ao ponto de entrega em ponto diferenciado, que considerou o futuro distrito industrial em Pouso Alegre que será implementado no local).

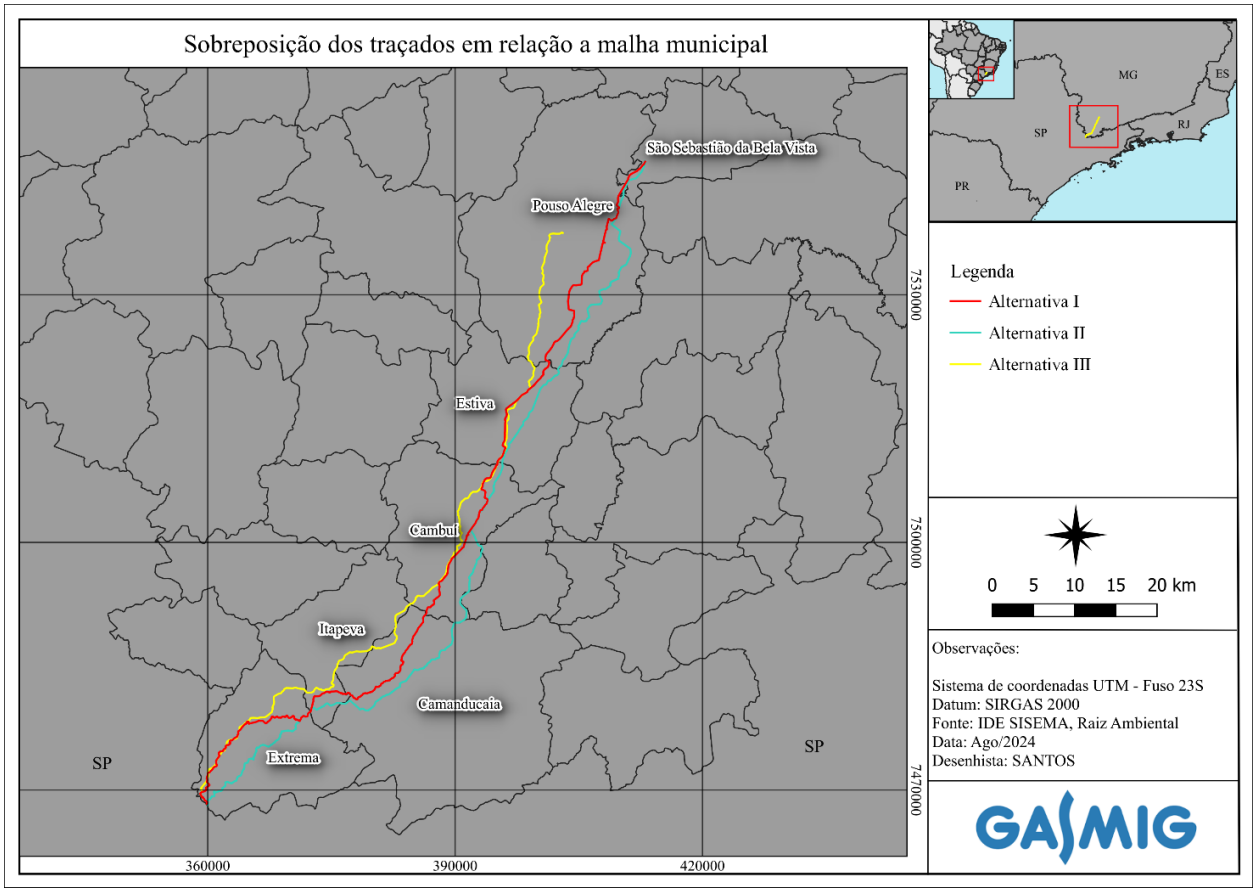


Figura 14. Sobreposição dos traçados das Alternativas I, II e III em relação a malha municipal.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

Os municípios afetados incluem Extrema, Itapeva, Camanducaia, Cambuí, Estiva, Pouso Alegre e São Sebastião da Bela Vista, todos localizados no estado de Minas Gerais. É importante destacar que a alternativa 3, não abrange o município de São Sebastião da Bela Vista.

3.7.1 Alternativa I

A prerrogativa para o desenvolvimento e estudo da alternativa de traçado I é evitar os grandes adensamentos urbanos como o caminho principal do duto, uma vez que o gasoduto previsto será de alta pressão, priorizando, assim, a segurança em sua totalidade. A proposta é optar por regiões rurais já antropizadas e utilizar vias rurais existentes, minimizando a supressão da vegetação e o impacto direto e indireto sobre a fauna e a flora. Além disso, a utilização da faixa de domínio da Rodovia Federal BR-381 contribui significativamente para a redução do impacto e dos passivos associados à construção e operação do gasoduto.

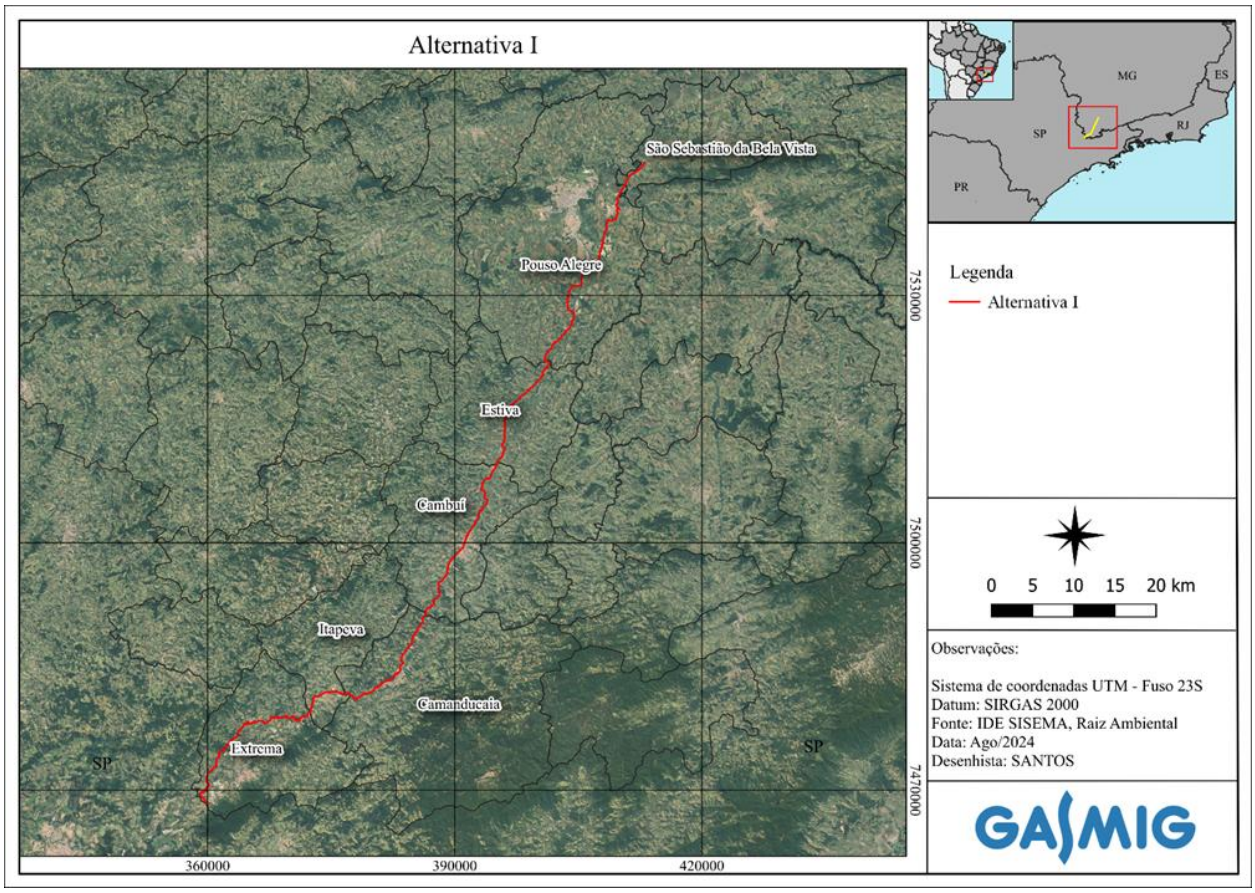


Figura 15. Visão geral da Alternativa I.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

Essa alternativa apresenta um impacto ambiental e fundiário reduzido, uma vez que o trajeto da dutovia está situado em áreas com antropização avançada e faz uso predominantemente

de faixas de domínio existentes. No entanto, há o passivo de ocupar faixas de domínio de terceiros, o que pode gerar custos adicionais e possíveis remanejamentos no futuro.

Os pontos de desvio em relação à faixa de domínio ocorrem devido a topografia desfavorável, ocupações dentro da faixa que impedem a passagem ou à presença de áreas urbanizadas nas margens da rodovia. Os municípios afetados pela alternativa incluem Extrema, Itapeva, Camanducaia, Cambuí, Estiva, Pouso Alegre e São Sebastião da Bela Vista, todos localizados no estado de Minas Gerais.

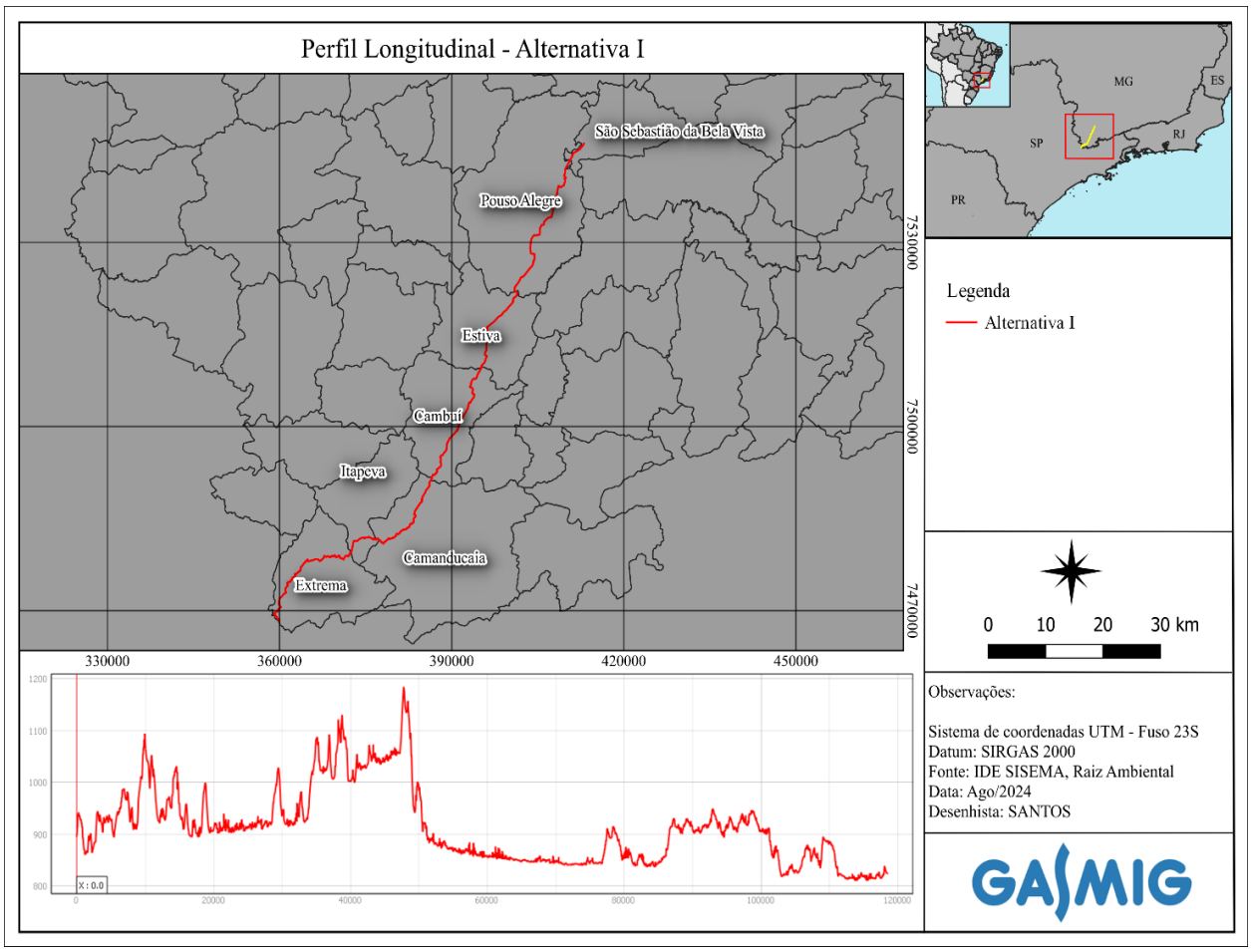


Figura 16. Perfil longitudinal da Alternativa I.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

3.7.2 Alternativa II

A alternativa II baseia-se na premissa de utilizar a menor rota possível entre os municípios de Extrema e São Sebastião da Bela Vista. Para isso, contempla a passagem por um trecho urbano em Extrema e o traçado do duto em terras privadas, priorizando áreas antropizadas e com topografia favorável à implantação da faixa do gasoduto. Essa abordagem reduz os quantitativos de supressão de vegetação, porém aumenta os riscos de interferências de terceiros na rede, bem

como a probabilidade de acidentes e outros impactos relacionados. Além disso, a alternativa II implicará a maior intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP).

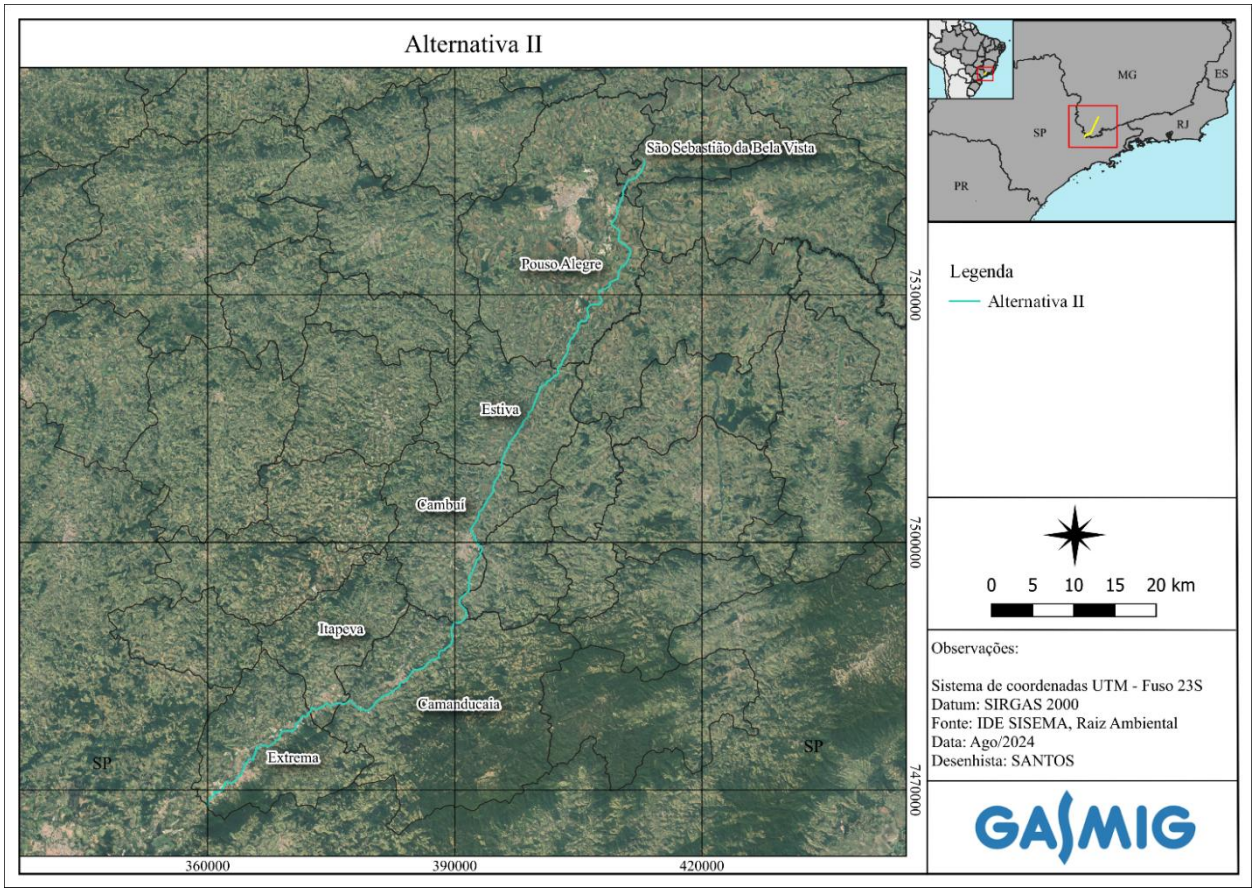


Figura 17. Visão geral da Alternativa II.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

Este estudo foi o resultado de uma análise voltada para o uso de terras privadas e a constituição de uma faixa de domínio da GASMIG. Embora a criação de uma faixa própria tenha um impacto fundiário maior e exija uma intervenção ambiental mais significativa, ela permite uma gestão operacional mais eficiente para o gasoduto, eliminando a possibilidade de remanejamentos ou problemas com terceiros no futuro. Além disso, possibilita a expansão da dutovia, permitindo a construção de outros dutos na mesma faixa. Os municípios atingidos pela alternativa são: Extrema, Itapeva, Camanducaia, Cambuí, Estiva, Pouso alegre e São Sebastião da Bela Vista, todos no estado de Minas Gerais.

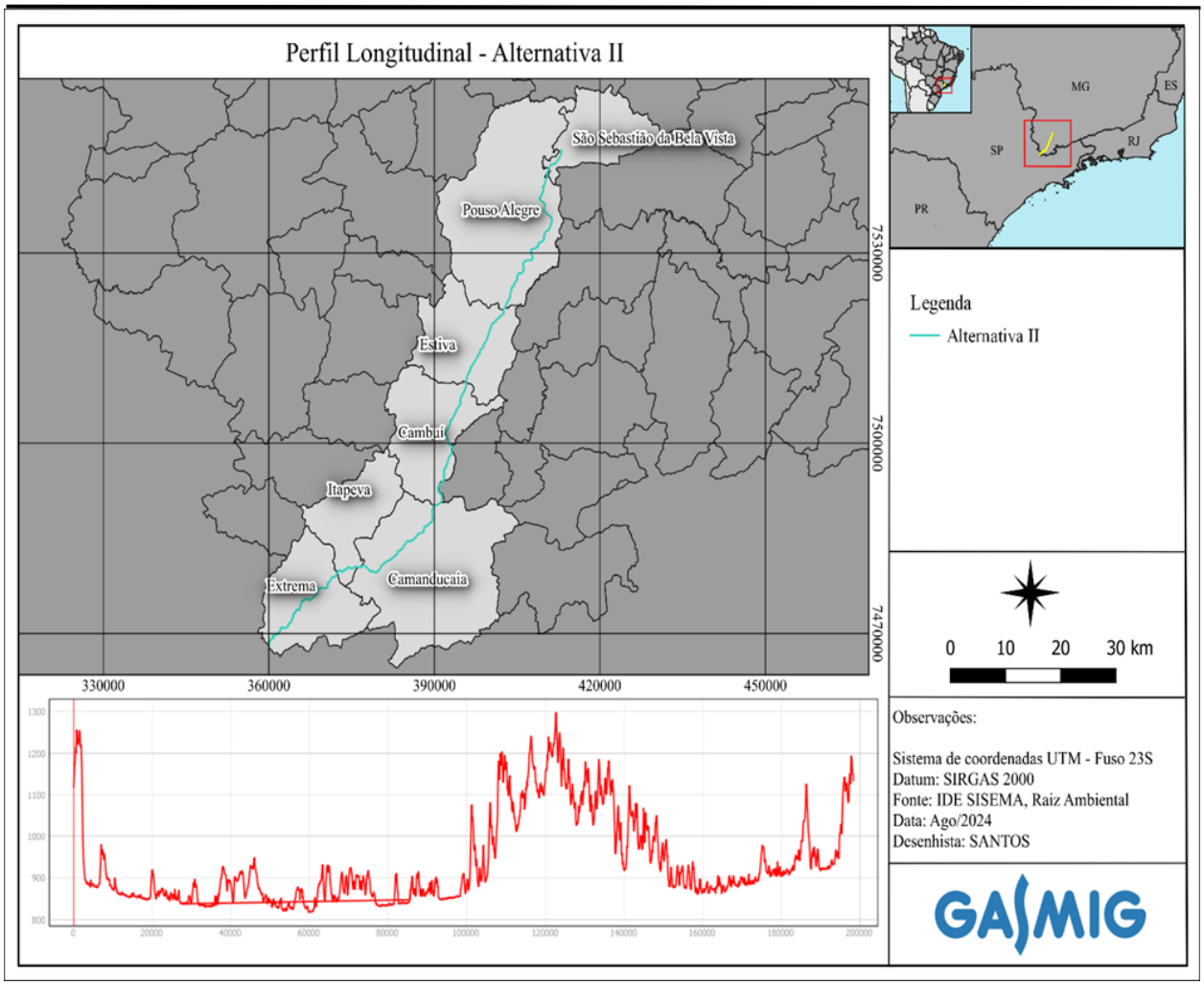


Figura 18. Perfil longitudinal da Alternativa II.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

3.7.3 Alternativa III

A alternativa III oferece um traçado mais curto, evitando trechos em áreas com adensamento urbano e predominando em terras privadas com antropização avançada, o que minimiza o impacto ambiental. Uma extensão reduzida deve-se ao ponto final do traçado, que está localizada no interior de Pouso Alegre, onde está prevista a implantação de um distrito industrial. A chegada do duto a esse ponto atenderá tanto esse futuro distrito quanto o bolsão de abastecimento do município de Pouso Alegre.

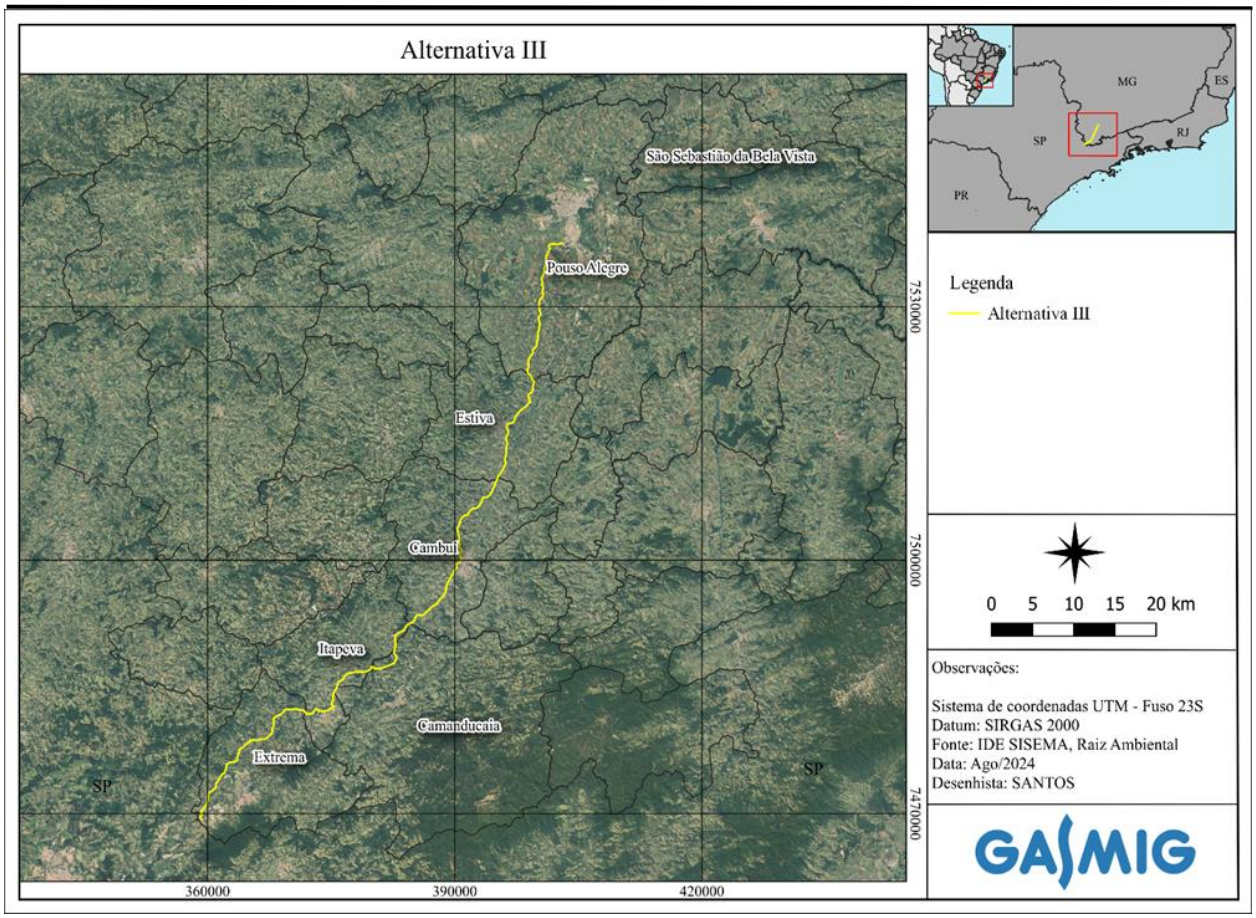


Figura 19. Visão geral da Alternativa III.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

Embora tenha o traçado mais curto, a alternativa III finaliza o traçado dentro do município de Pouso Alegre, em uma posição estratégica onde será instalado um novo distrito industrial. Isso pode facilitar a distribuição de gás natural para a rede de adensamento planejada para o município. Por outro lado, essa localização interna em relação às cidades vizinhas pode limitar a extensão do gasoduto para outros polos industriais do estado, como Três Corações e Varginha. Os municípios afetados por essa alternativa são: Extrema, Itapeva, Camanducaia, Cambuí, Estiva e Pouso Alegre, todos no estado de Minas Gerais.

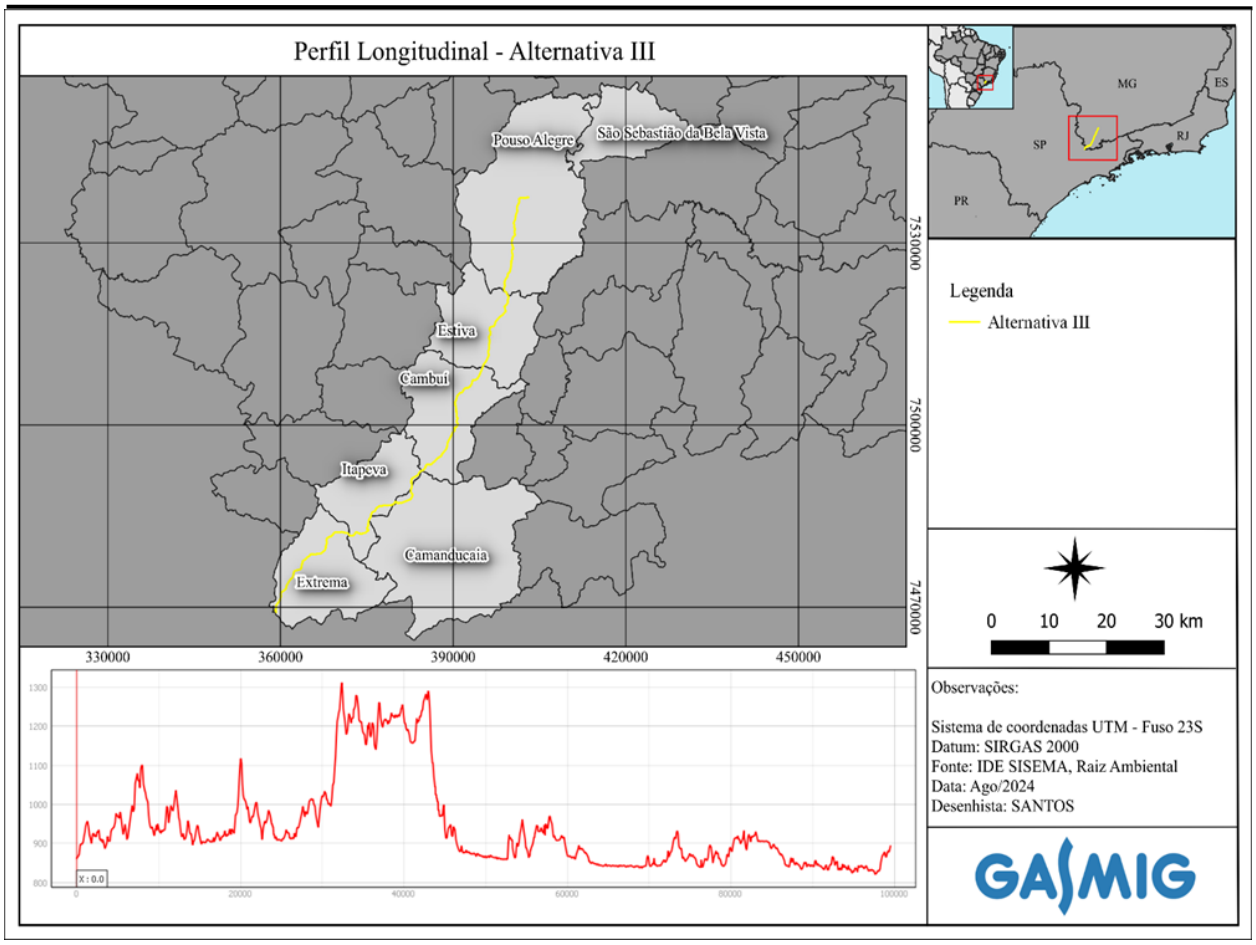


Figura 20. Perfil longitudinal da Alternativa III.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

3.7.4 Estudo de Inexistência de Alternativas Técnicas Locacionais de espécies ameaçadas

A Intervenção Ambiental no empreendimento considerou os planos e projetos estabelecidos na metodologia, visando a escolha mais adequada da alternativa locacional para o Gasoduto de Distribuição da Linha Tronco Extrema – Pouso Alegre de propriedade da Companhia de Gás de Minas Gerais – GASMIG. Durante esse processo, será necessária a supressão de 08 espécies ameaçadas de extinção: *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis*, *Aspidosperma parvifolium*, *Cedrela odorata*, *Ocotea odorífera*, *Apuleia leiocarpa*, *Dicksonia sellowiana* e *Dalbergia nigra*.

Considerando-se a extensão linear da intervenção, que abrange vários quilômetros, a supressão ocorrerá em uma área total de 18,24 hectares de Áreas de Preservação Permanente (APP), dos quais 1,93 hectares correspondem a fragmentos florestais. Ao avaliar a relevância ecológica dessa área em relação aos fragmentos da região, observa-se que estes apresentam uma diversidade reduzida, especialmente devido ao uso histórico recente, e por vezes ainda presente, nas proximidades dos fragmentos. O estrato arbustivo herbáceo, que compõe uma parte

significativa dos ambientes, está predominantemente dominado por espécies exóticas, tanto em áreas isoladas quanto em parte dos fragmentos florestais. Importante destacar que não foram encontrados grandes aglomerados populacionais de espécies protegidas ou ameaçadas, com exceção de indivíduos esparsos.

Ressalta-se que a supressão de espécies ameaçadas de extinção é admitida pela legislação nos casos de obra pública destinada ao serviço de saneamento, conforme elucidado pelo Decreto Estadual 47.749/2019 e pela Lei Estadual 20.308/2012: Decreto Estadual 47.749/2019:

> *Art. 26 – A autorização para o corte ou a supressão, em remanescentes de vegetação nativa ou na forma de árvores isoladas nativas vivas, de espécie ameaçada de extinção constante da Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção ou constante da lista oficial do Estado de Minas Gerais, poderá ser concedida, excepcionalmente, desde que ocorra uma das seguintes condições:*
> *II – Obras de infraestrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia; (...) Isso posto e considerando as vedações do artigo 11 da Lei da Mata Atlântica, segue a análise referente a avaliação dos impactos para cada espécie encontrada focando no risco à sobrevivência in situ das espécies encontradas.*

As espécies a serem suprimidas não possuem ocorrência exclusiva no estado de Minas Gerais, conforme verificado no Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora) e no Programa Reflora. Assim, as espécies ameaçadas não são microendêmicas, ou seja, têm uma distribuição geográfica mais ampla, ocorrendo em diversas regiões do Brasil. Dessa forma, a supressão não comprometerá a sobrevivência das populações na natureza, pois as espécies estão presentes em outras áreas, o que garantirá a manutenção do pool genético. Isso contribui para a preservação dessas espécies, minimizando os riscos de extinção tanto a nível regional quanto nacional.

Considerando que essas espécies estão localizadas em áreas com maior distribuição geográfica, não há uma alternativa técnica locacional viável (levando em conta todos os critérios e premissas para a definição do traçado já apresentados) para um empreendimento linear dessa magnitude. Abaixo, estão brevemente apresentadas as espécies ameaçadas, com suas determinadas localizações:

- *Araucaria angustifólia*

De acordo com o Programa Reflora a espécie em questão (Figura 21) está presente em floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrífila (Floresta Pluvial) Restinga e em Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos. Está localizada nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (Souza, 2012). Os limites de distribuição de *Araucaria Angustifólia* seriam ao norte, no Rio Doce, em Minas Gerais (cerca de 18° S de latitude), ao sul na Serra do Sudeste, no Rio Grande do Sul (até cerca de 31.5º S de latitude), a Leste, nos divisores de água da Serra do Mar e no limite das escarpas do Planalto Sul-Brasileiro, e a oeste, em Missiones, na Argentina.

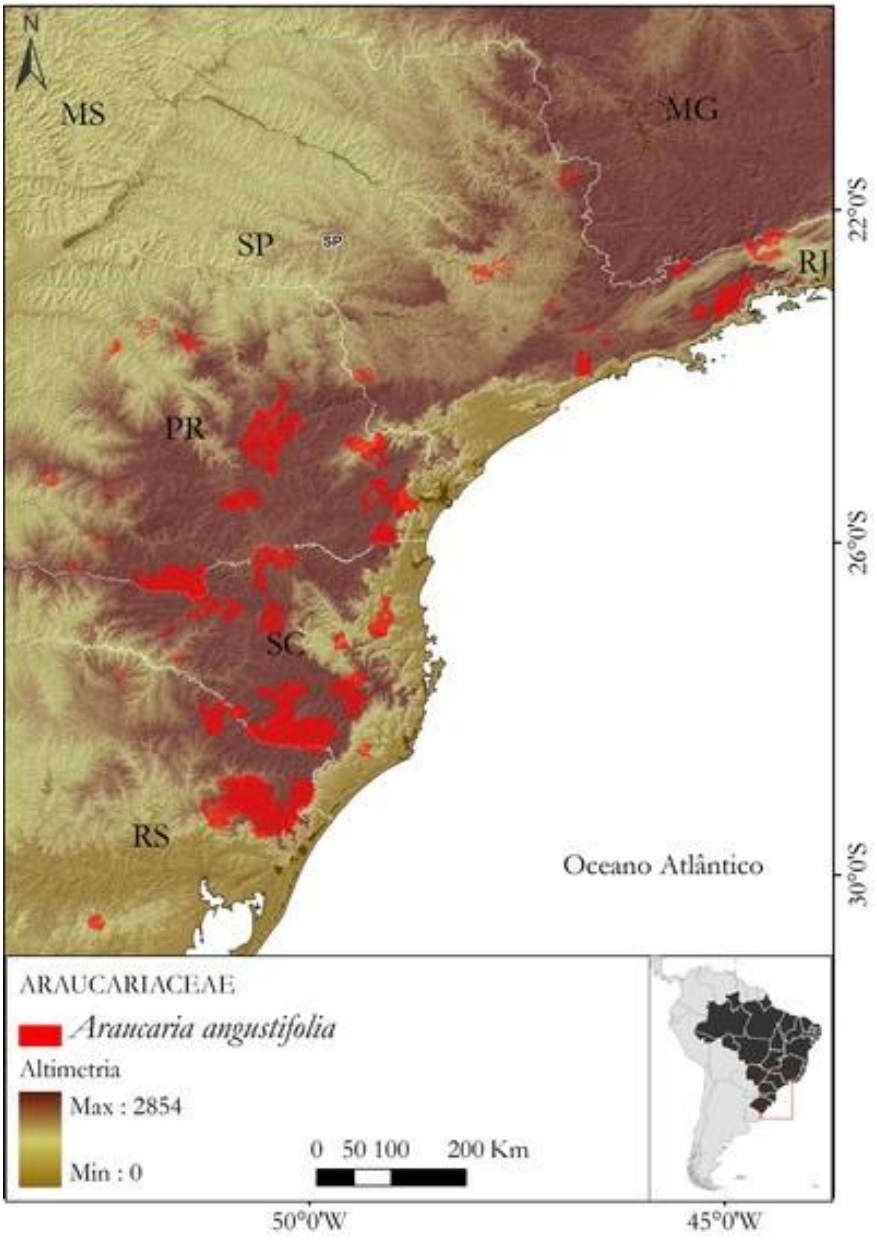


Figura 21. Distribuição geográfica da *Araucaria angustifólia.*
Fonte: Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), 2025.

- *Cedrela fissilis*

De acordo com CNCFlora a espécie em questão é distribuída em todo Brasil, ocorre nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, nas fitofisionomias de Cerrado, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifólia, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila, ou seja, encontra-se em praticamente todos os domínios fitogeográficos e fitofisionomias brasileiras, conforme se pode observar na Figura 22. Possui ampla distribuição em todo o Brasil, com frequência maior nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, sul e sudeste do país (CNC Flora).

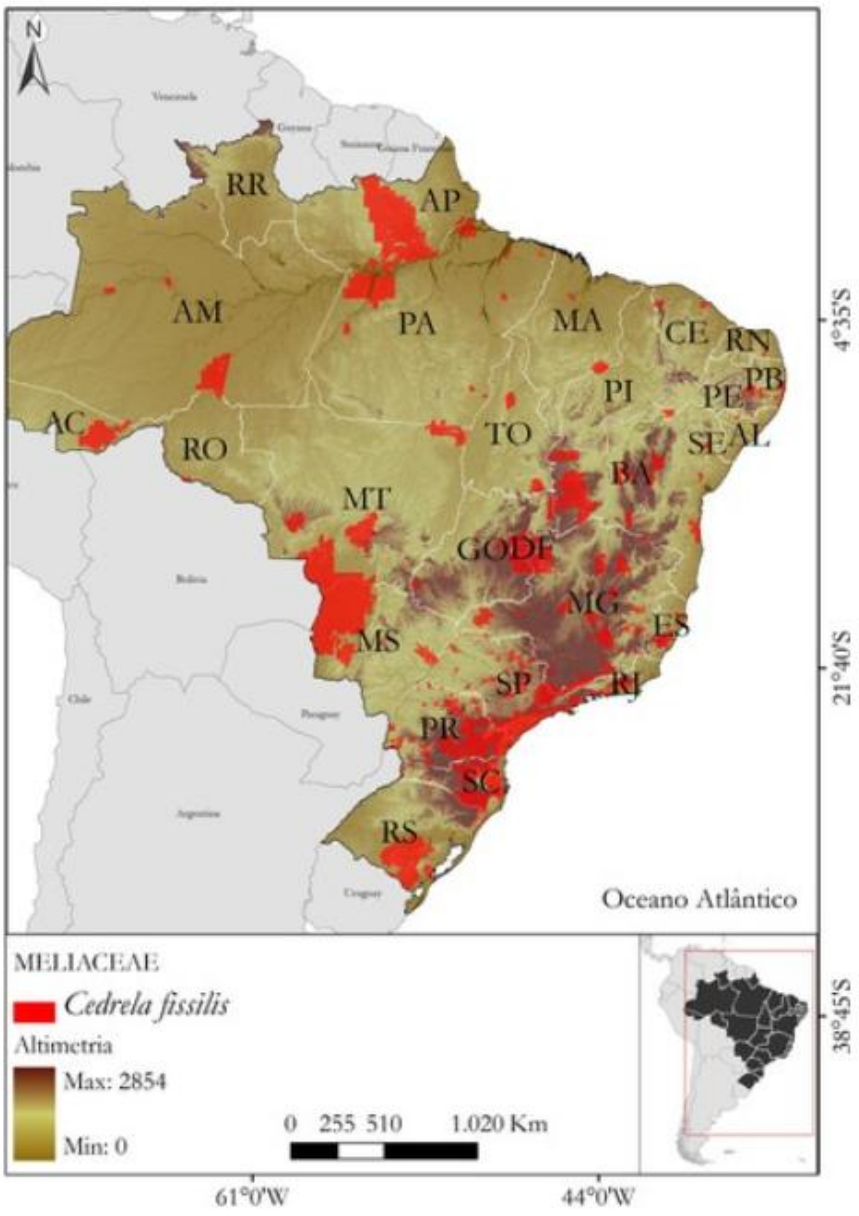


Figura 22. Distribuição geográfica da *Cedrela fissilis*.
Fonte: Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), 2025.

- *Aspidosperma parvifolium*

Espécie endêmica do Brasil representada na Figura 23, com ocorrências nos estados da região Sudeste. Ela está presente no bioma da Mata Atlântica, ocorrendo nas fitofisionomias da Floresta Estacional Semidecidual, da Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial) e em vegetação sobre Afloramentos Rochosos. Considerando a largura da faixa do empreendimento, os quantitativos relacionados à espécie em questão e sua abrangência de ocorrência, o impacto causado pela implantação do empreendimento sobre essa espécie é mínimo. Dessa forma, a supressão dos espécimes no local não comprometerá a sua sobrevivência in situ.

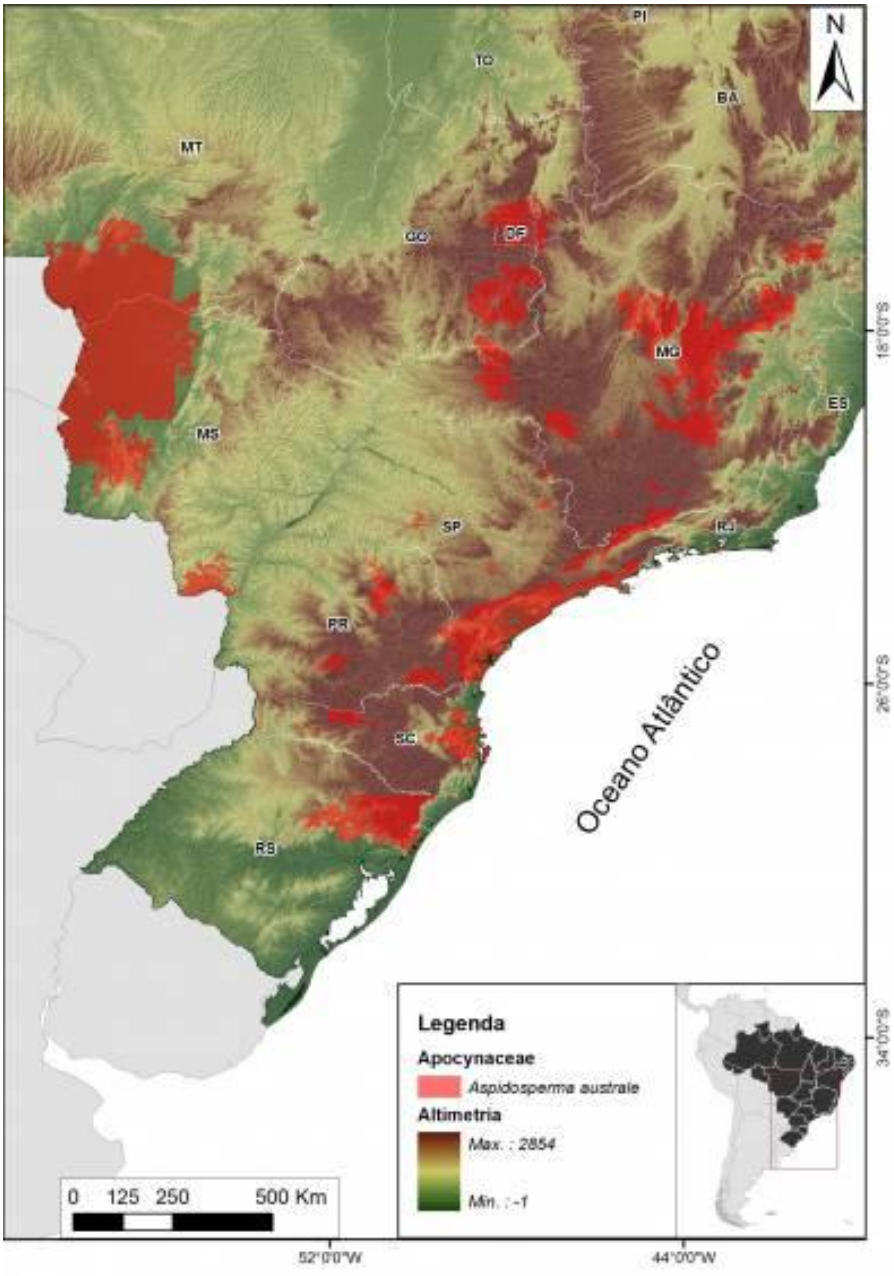


Figura 23. Distribuição geográfica da *Aspidosperma parvifolium*
Fonte: Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), 2025.

- *Cedrela odorata*

Conhecida popularmente como cedro, é uma árvore da família *Meliaceae*, distribuída nas florestas tropicais da América Central e América do Sul, incluindo o Brasil, no bioma da Mata Atlântica, na Amazônia e mesmo na Caatinga. Sua madeira é bastante valorizada pela qualidade e durabilidade, sendo amplamente utilizada na construção civil, móveis e na indústria de carpintaria.

A *Cedrela odorata* (Figura 24) é encontrada principalmente em áreas de floresta tropical, tanto em ambientes de terras baixas quanto em regiões de terra firme. A espécie é considerada uma planta pioneira, capaz de colonizar áreas desmatadas e degradadas, o que contribui para a regeneração de ecossistemas florestais. Além disso, suas sementes são dispersas pelo vento, o que facilita sua propagação em grandes áreas.

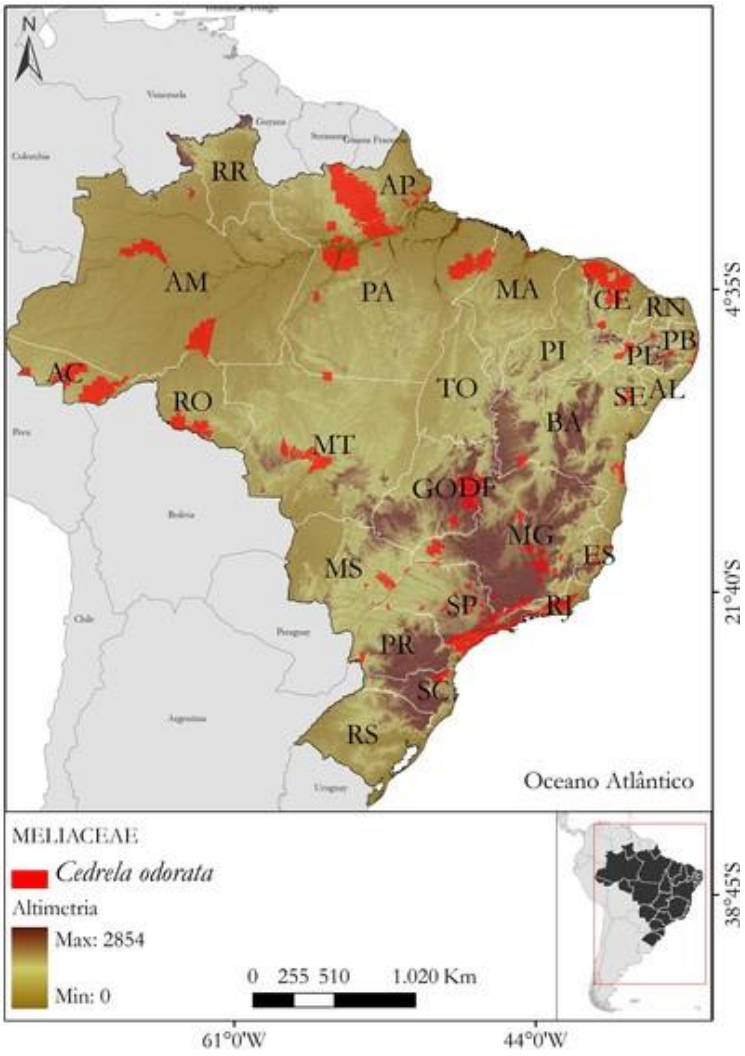


Figura 24. Distribuição geográfica da *Cedrela odorata.*
Fonte: Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), 2025.

- *Ocotea odorífera*

Espécie endêmica do Brasil (Figura 25), distribuída em Florestas Estacional Semidecidual, Floresta Ombrólila (Floresta Pluvial), localizada nas regiões Sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro), Sul (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul) e nordeste (Sul da Bahia).

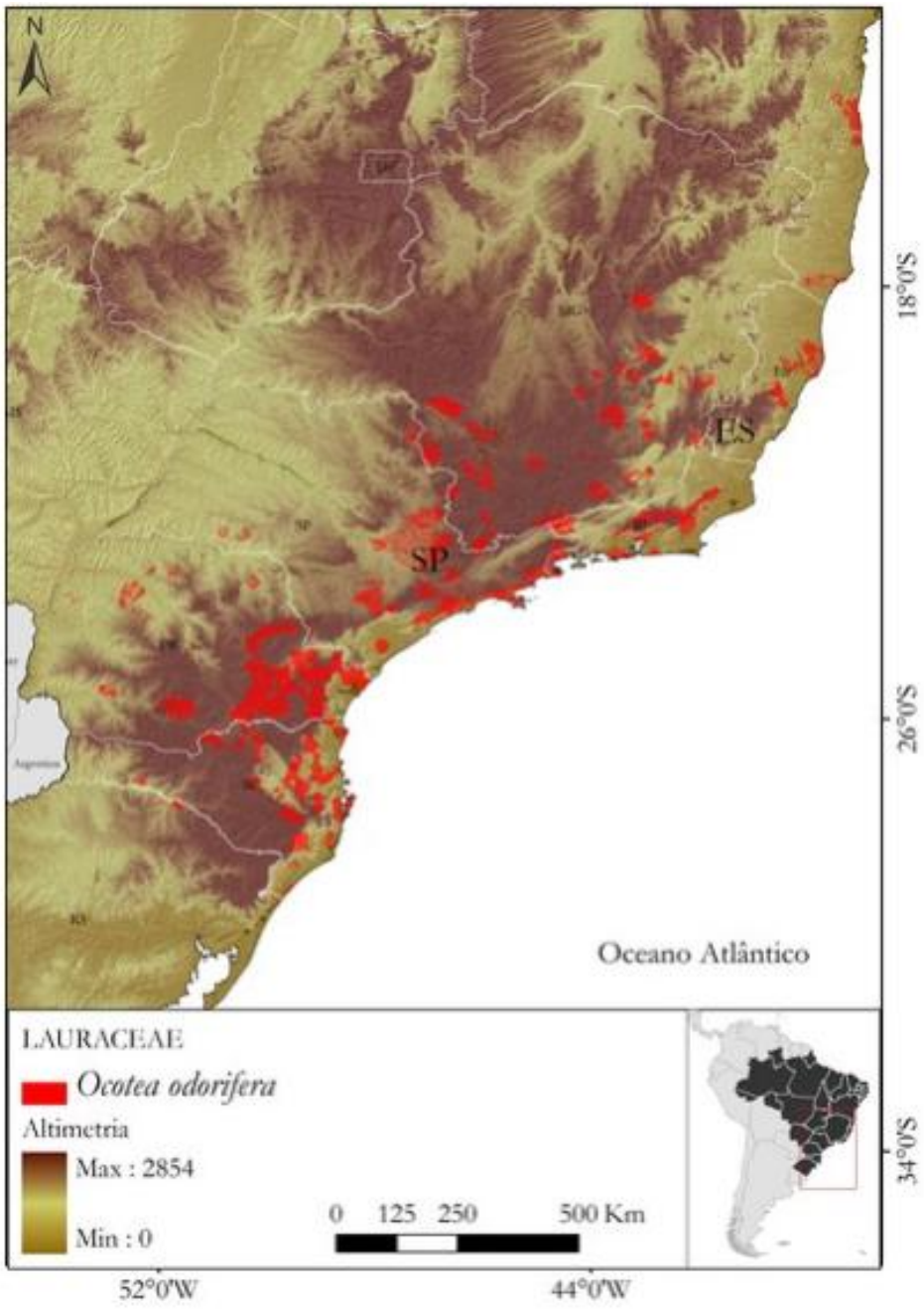


Figura 25. Distribuição geográfica da *Ocotea odorífera.*
Fonte: Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora). 2025.

- *Apuleia leiocarpa*

A espécie em questão (Figura 26), ocorre na Bolívia, Paraguai, Uruguai, Argentina e Brasil (Oliveira-Filho, 2010). No Brasil, ocorre no Norte (Pará, Amazonas, Tocantins, Acre, Rondônia), Nordeste (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Alagoas, Sergipe), Centro-Oeste (Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul), Sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro), Sul (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul).

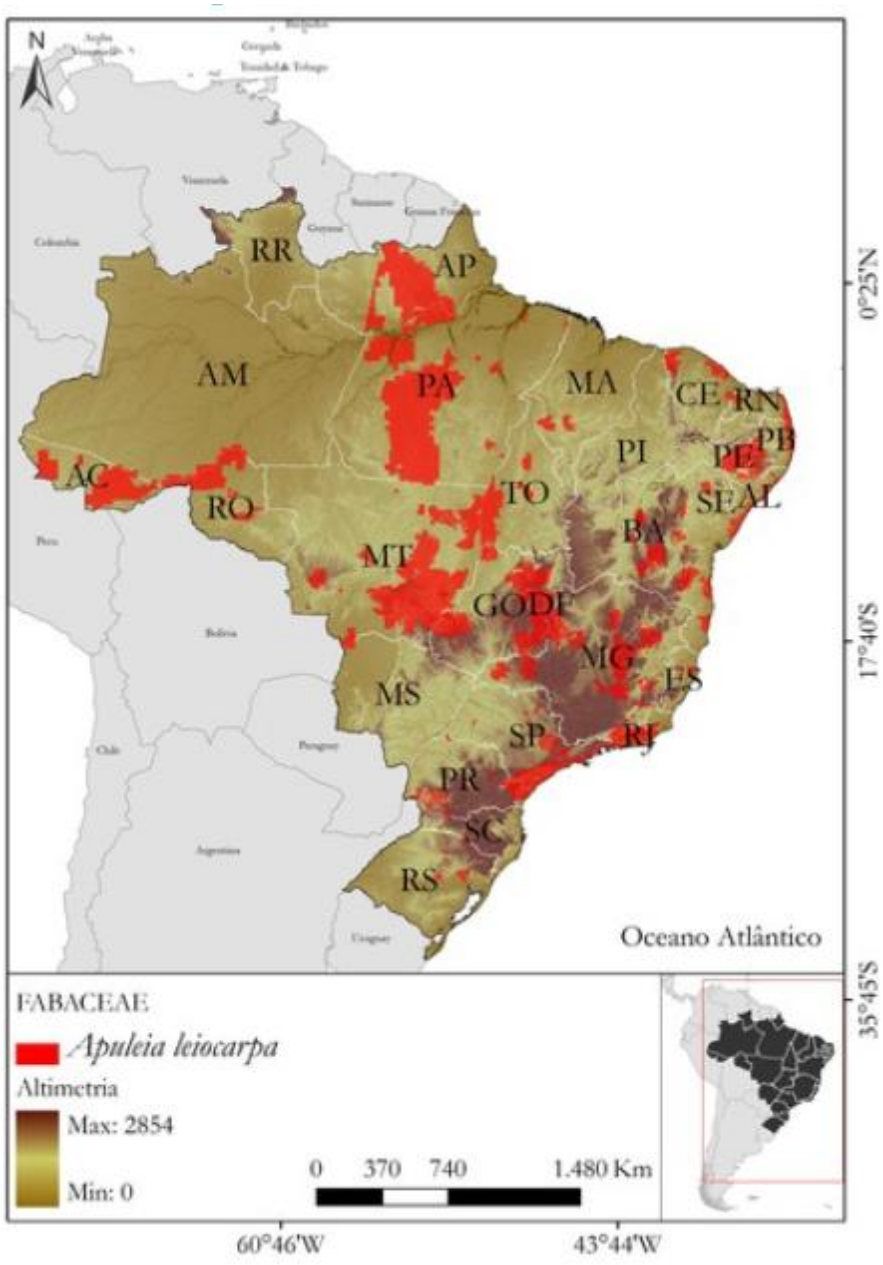


Figura 26. Distribuição geográfica da *Apuleia leiocarpa.*
Fonte: Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora). 2025.

- *Dicksonia sellowiana*

Ocorre apenas nas regiões Sudeste e Sul, nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A *Dicksonia sellowiana* (Figura 27) no Brasil ocorre acima de 600 metros de altitude, podendo atingir até 2.200 metros na região de Itatiaia (Rio de Janeiro). Cresce predominantemente no interior de florestas, em locais sombreados e úmidos (Fernandes 2000); no entanto, também pode ser encontrada ocorrendo naturalmente em locais expostos e ensolarados. Neste último caso, as plantas apresentam menor porte.



Figura 27. Distribuição geográfica da *Dicksonia sellowiana.*
Fonte: Programa Reflora, 2025.

- ***Dalbergia nigra.***

O "jacarandá-da-Bahia" (*Dalbergia nigra*) é uma árvore endêmica da Floresta Atlântica do Brasil, distribuindo-se (Figura 28) pelo Nordeste (Paraíba, Pernambuco, Bahia, Alagoas, Sergipe), Sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro), Sul (Paraná) (Lima, 2012) e Ceará (Oliveira-Filho, 2010). A amplitude altitudinal é de 30 a 1700 m (Carvalho, 2003). Carvalho (1997) indica que D. nigra ocorre principalmente do Sul da Bahia ao Norte de São Paulo, onde é encontrada na floresta ombrófila densa. Em Minas Gerais, ocorre na floresta semidecídua.

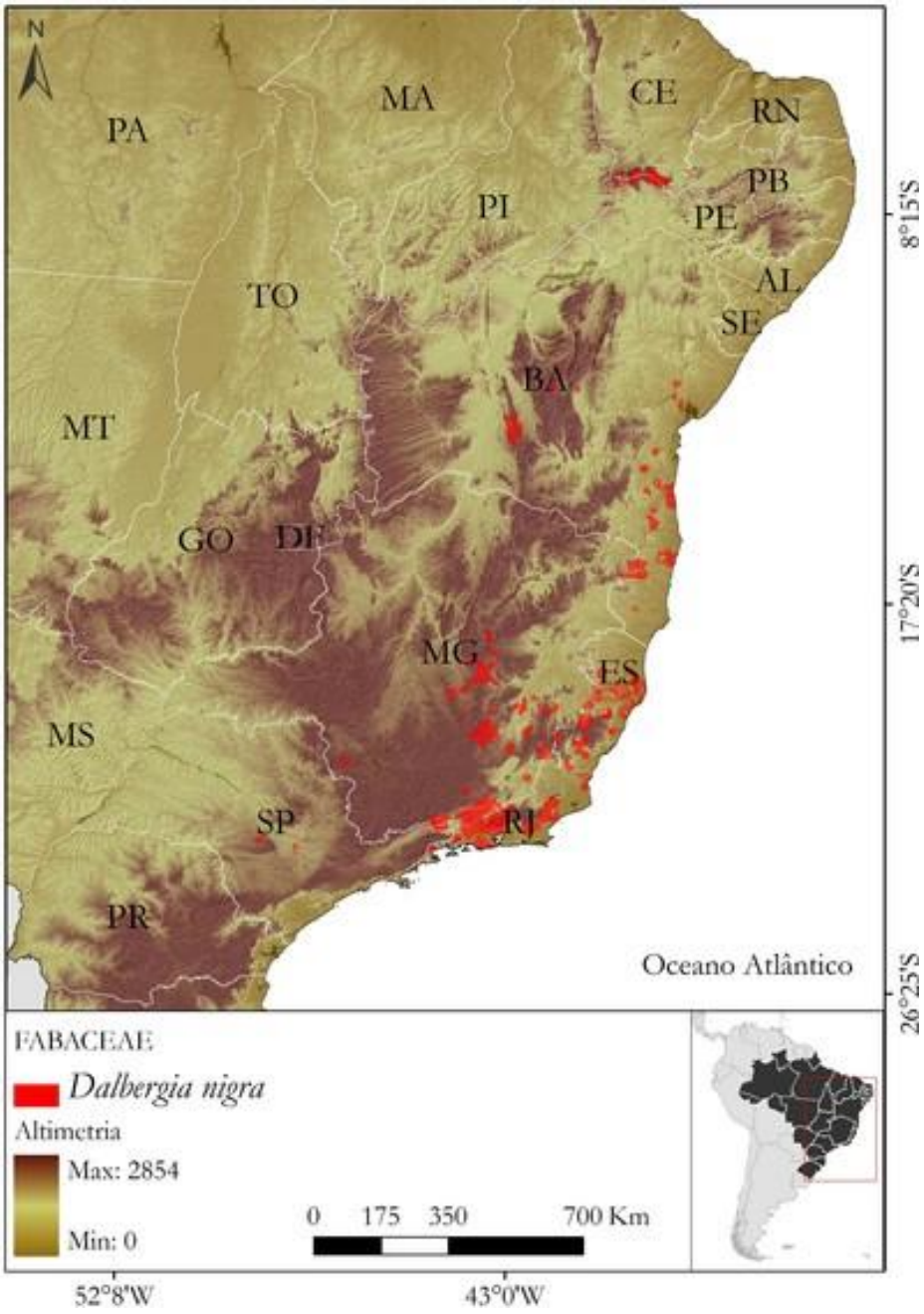


Figura 28. Distribuição geográfica da *Dalbergia nigra.*
Fonte: Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), 2025.

3.8 ALTERNATIVA TECNOLÓGICA

A implantação do gasoduto envolve diversas fases de instalação e operação que garantem a eficiência e segurança do sistema, descritas abaixo:

3.8.1 Fases de Instalação

3.8.1.1 Abertura de Vala

- **Métodos Construtivos:** Utiliza-se equipamentos como escavadeiras para a abertura das valas, que devem ter profundidade e largura suficientes para acomodar o gasoduto.
- **Layout:** As valas são abertas ao longo do traçado previsto para o gasoduto, que deve seguir um planejamento cuidadoso para evitar obstáculos e minimizar impactos ambientais.
- **Disposição dos Sedimentos:** Os sedimentos removidos são armazenados ao lado da vala para posterior reutilização na cobertura da mesma. Em áreas sensíveis, pode ser necessário o transporte dos sedimentos para locais apropriados.

3.8.1.2 Desfile de Tubos

- **Processo:** Consiste na movimentação e posicionamento dos tubos ao longo da vala. Utiliza-se veículos especiais e guindastes para o transporte e colocação dos tubos.

3.8.1.3 Alinhamento da Tubulação

- **Métodos:** Os tubos são posicionados e alinhados dentro da vala usando equipamentos como macacos hidráulicos e sistemas de laser para garantir precisão.

3.8.1.4 Solda da Tubulação

- **Métodos Construtivos:** As seções do gasoduto são soldadas usando técnicas como soldagem a arco elétrico. Cada solda é inspecionada rigorosamente, muitas vezes com técnicas de ultrassom ou radiografia, para garantir a integridade.

3.8.1.5 Abaixamento da Tubulação

- **Processo:** Após a soldagem e a inspeção, o gasoduto é cuidadosamente abaixado na vala usando guindastes ou máquinas especiais, evitando danos à estrutura.

3.8.1.6 Cobertura de Vala

- **Métodos:** A vala é coberta com os sedimentos previamente removidos, compactando-os para garantir estabilidade. Em áreas sensíveis, pode-se usar materiais adicionais para

proteção.

3.8.1.7 Revegetação

- **Processo:** A área afetada pela abertura da vala é revegetada para minimizar impactos ambientais, utilizando espécies nativas para restaurar a vegetação original.

3.8.1.8 Balizadores de Madeira e Sinalização

- **Instalação:** Após a cobertura da vala, são instalados balizadores de madeira e sinais ao longo do traçado do gasoduto para indicar a presença do mesmo e evitar interferências durante outras atividades. Placas de sinalização dupla-face intervisíveis também serão instaladas.

3.8.2 Fases de operação

3.8.2.1 Equipamentos

- **Componentes:** Bombas, válvulas, sensores de pressão e temperatura, sistemas de monitoramento e controle são utilizados para garantir o funcionamento seguro e eficiente do gasoduto.

3.8.2.2 Processo Produtivo

- **Operação:** O gasoduto distribuirá gás natural desde a área de produção até os pontos de distribuição e consumo. O fluxo é controlado por válvulas, estações de regulagem de pressão e monitorado continuamente para detectar e corrigir possíveis problemas.

3.8.2.3 Distribuição

- **Métodos:** A distribuição do gás é feito por gasoduto pressurizados, onde é utilizado compressores apenas no ponto de recebimento da transportadora “City Gate”, que aumentam a pressão para movimentar o gás ao longo dos dutos, válvulas intermediárias nas Estações de Regulagem de Pressão final, para futuras expansões.

3.8.2.4 Manutenção

- **Procedimentos:** Inspeções regulares são realizadas para verificar a integridade do gasoduto, utilizando tecnologias como pigging (uso de dispositivos de inspeção que viajam dentro do gasoduto) e monitoramento por drones.
- **Reparos:** Em caso de detecção de falhas ou vazamentos, são executados reparos imediatos para evitar danos ambientais e econômicos.

3.8.2.5 Sinalização e Segurança

- **Medidas:** Sinalização adequada ao longo do traçado do gasoduto.

3.8.3 Aspecto Ambiental

Durante todas as fases de implantação e operação de um gasoduto, será implementado medidas de mitigação de impactos ambientais, como controle de erosão, proteção de cursos d'água e conservação de habitats naturais. Além disso, programas de monitoramento ambiental serão estabelecidos para avaliar os impactos do gasoduto e assegurar a conformidade com as normas ambientais.

3.8.4 Intervenções em APP – Processo de travessias em cursos d'água

As intervenções em áreas de vegetação e em Áreas de Preservação Permanente (APP) serão realizadas após concessões das licenças e utilizando métodos que minimizam o impacto ambiental. Vale ressaltar a inexistência de alternativa que não intervenha em APP, conforme mostrados nas três alternativas técnicas propostas.

Na remoção de vegetação, serão utilizados equipamentos específicos para cortar e retirar a vegetação presente nas áreas de intervenção. A supressão da vegetação nativa será feita com extremo cuidado, seguindo rigorosamente as diretrizes ambientais para minimizar danos. Serão evitados métodos mais agressivos e somente a vegetação estritamente necessária será removida. Toda a vegetação retirada será processada ou descartada conforme as regulamentações ambientais, garantindo o manejo adequado dos resíduos. Serão implementadas medidas de mitigação para minimizar os impactos ambientais, incluindo a revegetação das áreas impactadas após a conclusão das obras. O monitoramento contínuo da área será realizado para assegurar a eficácia das medidas de mitigação e para identificar qualquer necessidade de ajustes nos procedimentos.

A técnica de intervenção ambiental em APP utilizará cavalotes ou furo direcional com métodos construtivos consagrados pela engenharia para implantação de suas RDGNs, com objetivo de se garantir a segurança, minimização dos impactos ambientais e plena operação das instalações. Dentre as normas internacionais, citam-se às da American Petroleum Institute (fAPI), American National Standard (ANSI), American Society of Mechanical Engineers (ASME) e British Standard (BS). Além das Normas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e da Petrobrás, a GASMIG dispõe de suas normas internas, Normas de Distribuição de Gás (NDGs). Para travessias de cursos d'água, devem ser observadas a N-2177 - Projeto de cruzamento e travessia de duto terrestre (Petrobrás) e a NDG-3.25 - Cruzamentos e travessias.

Para a realização da travessia são aceitáveis os métodos subterrâneo, furo direcional e aéreo (Cavalote), sempre deve ser levado em conta as normas e recomendações dos órgãos responsáveis aos quais o rio, ou canal estão afetos, e mais os seguintes aspectos: lâmina d'água; extensão da travessia; natureza do leito do rio; regime do rio (nível, correnteza, transporte de sedimentos, perfil de erosão etc.); dragagem de rios; disponibilidade de área para instalação de equipamentos; avaliação de riscos ambientais relativamente ao método empregado.

3.9 ALTERNATIVA ZERO

A área diretamente afetada pelo gasoduto compreende um traçado linear de 119,5 km com uma faixa de 8 e 12 metros de largura, onde já existe uma significativa pressão antrópica. A região é dominada por plantações (61,54% áreas de pastagens e 4,62% áreas de culturas agrícolas) e infraestruturas rodoviárias uma vez que boa parte do traçado do gasoduto está planejado dentro da faixa de domínio de uma rodovia. Isso implica que a instalação do gasoduto em si não representaria um novo impacto severo sobre áreas virgens ou ecossistemas intocados, mas sim uma otimização do uso de áreas já degradadas e modificadas pela ação humana.

Ao não implantar o gasoduto, mantém-se a dependência de combustíveis fósseis mais poluentes que o gás natural, como o óleo combustível, que geram maiores emissões de gases de efeito estufa (GEE) e poluentes atmosféricos. O gás natural, considerado um combustível de transição para energias mais limpas, tem um papel estratégico na mitigação dos impactos ambientais causados pelo uso de combustíveis mais nocivos.

Portanto, a Alternativa Zero não apenas inviabilizaria os benefícios econômicos associados à distribuição de gás natural, como também contribuiria para a continuidade do uso de fontes de energia mais poluentes, aumentando as pressões sobre o meio ambiente e prejudicando os compromissos de redução de emissões.

3.10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha do traçado levou em consideração diversas premissas, incluindo os riscos para a população local, riscos geológicos como o surgimento de ravinamentos, erosões e instabilidades de taludes, além do cisalhamento do solo e a dureza do terreno (rochas). Também foram analisados fatores ambientais, como os impactos no meio físico, biológico e socioambiental, assim como a viabilidade operacional do gasoduto, que deve garantir acessibilidade para manutenções durante a fase de operação, sem a necessidade de novas intervenções no futuro. Outros aspectos importantes incluíram a preservação de sítios arqueológicos e culturais. Além disso, em consultas prévias às prefeituras das regiões afetadas pelo projeto, em alguns casos, foi necessário ajustar o traçado para

evitar conflitos com empreendimento ou equipamentos futuros. Para determinar o traçado ideal, foram avaliados cerca de 600 quilômetros de alternativas ao longo da interligação entre Extrema e São Sebastião da Bela Vista. A análise revelou que a Alternativa I é a mais adequada, atendendo de forma equilibrada a todos os critérios mencionados.

A Alternativa I envolve uma maior intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP) e fragmentos florestais, especialmente em dois trechos principais. O primeiro corresponde à parte inicial do traçado, onde a proposta foi desviar da mancha urbana de Extrema/MG, seguindo por uma área rural por aproximadamente 21,5 km. Esse desvio foi realizado devido a riscos para a comunidade local, considerando que se trata de uma Linha Tronco, com gasoduto de diâmetro elevado (10") e alta pressão (38 Kgf/cm²), o que não é recomendado em áreas urbanas. O segundo trecho refere-se à transposição da Serra da Canguava, que separa os municípios de Camanducaia e Cambuí, com cerca 4 km, entre os km 900 e 896. Neste segmento, o traçado do gasoduto se afastou consideravelmente do gasoduto existente no lado esquerdo, no sentido do fluxo, devido a impossibilidades técnicas para execução da obra, em razão de dificuldades geológicas, como solos rochosos e geomorfologias acentuadas. Vale ressaltar que a escolha desta alternativa foi respaldada por um levantamento aerofotogramétrico detalhado, bem como por sondagens geotécnicas.

Vale destacar que a Alternativa I se mostrou a mais adequada para a implantação do gasoduto, considerando os dois segmentos críticos mencionados (o desvio da cidade de Extrema e a transposição da Serra da Canguava). O restante do traçado foi projetado ao longo da faixa de domínio da Rodovia BR-381, priorizando, sempre que possível, o uso de vias existentes, acessos em propriedades privadas e áreas de pastagem. Nos trechos onde essas alternativas não eram viáveis, a faixa do traçado foi planejada para atravessar apenas pequenos fragmentos vegetais e áreas de APP. Ressalta-se que, para empreendimentos lineares como este, é inevitável que se atravessem essas áreas, considerando as premissas adotadas na definição do traçado.

4. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

4.1 Introdução

O plano estratégico da GASMIG, conforme descrito no presente estudo, visa atender imediatamente à região Sul de Minas Gerais por meio da implantação do Sistema de Distribuição de Gás Natural (SDGN) no eixo Extrema – Pouso Alegre. Esta região está passando por um forte crescimento industrial, com destaque para os setores automobilístico, metalúrgico, de fundição e suporte a outras atividades.

O empreendimento será projetado para operar na linha tronco com pressão aproximada de 38 kgf/cm², utilizando um duto de aço carbono de 10 polegadas com passagem de PIG, a fim de cumprir com o abastecimento previsto. O **PIG** (Pipeline Inspection Gauge) é um dispositivo utilizado para inspecionar, limpar ou separar diferentes fluidos que circulam nos dutos, garantindo a manutenção e operação eficiente do sistema de distribuição de gás. O PIG pode ser lançado e recuperado enquanto o duto está em operação, sem a necessidade de interromper o fluxo.

4.2 Localização

O traçado planejado para o projeto possui 119,5 quilômetros de extensão e inicialmente atenderá os municípios de Extrema, Itapeva, Camanducaia, Cambuí, Estiva, Pouso Alegre e São Sebastião da Bela Vista, localizados no Sul de Minas Gerais, conforme apresentado na **Figura 1** desse estudo.

4.2.1 Trechos do traçado proposto

Apresenta-se a na **Tabela 5**, a seguir descrições sumárias para cada um dos trechos que atravessam os municípios.

Tabela 5. Traçado do Gasoduto – Linha Tronco.

Traçado do Gasoduto – Linha Tronco			
Pontos	**Extensão (km)**	**%**	**Município**
A – B	25,54	21,36	Extrema
B – C	6,12	5,12	Itapeva
C – D	17,32	14,48	Camanducaia
D – E	23,42	19,58	Cambuí
E – F	15,59	13,04	Estiva
F – G	27,65	23,12	Pouso Alegre
G – H	3,95	3,30	São Sebastião da Bela Vista
Total da linha tronco	119,5	100%	Extensão total

Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

4.2.1.1 Trecho A – B

O trecho A – B, conforme ilustrado na **Figura 21**, inicia-se na Estação de Recebimento de Gás Natural localizado no Município de Extrema, na divisa entre os estados de Minas Gerais (MG) e São Paulo (SP). Este segmento marca o início da linha tronco do gasoduto e possui uma extensão total de 25,420 km, representando 21,36% do comprimento total da linha. O percurso abrange áreas rurais e urbanas, estabelecendo a conexão inicial para a distribuição de gás.

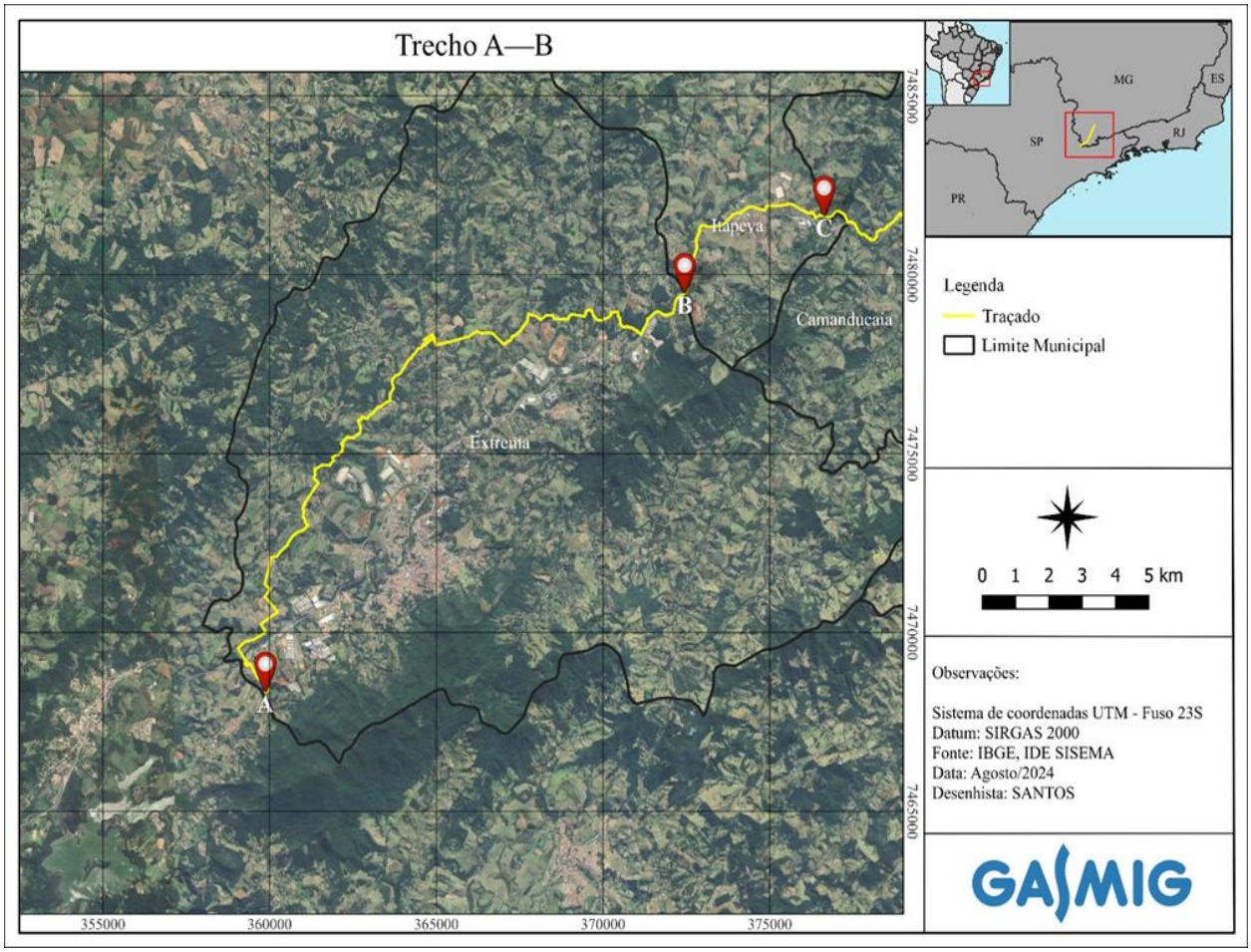


Figura 29. Trecho A – B: Extrema – MG.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024

4.2.1.2 Trecho B – C

O trecho B – C, como detalhado na **Figura 22**, atravessa o Município de Itapeva e se estende por 6,119 km. Este segmento representa 5,14% do comprimento total da linha tronco. A travessia por Itapeva é crucial para a integração da infraestrutura de gás, passando por uma área mais urbanizada e em sua maior parte pela faixa de domínio existente na rodovia.

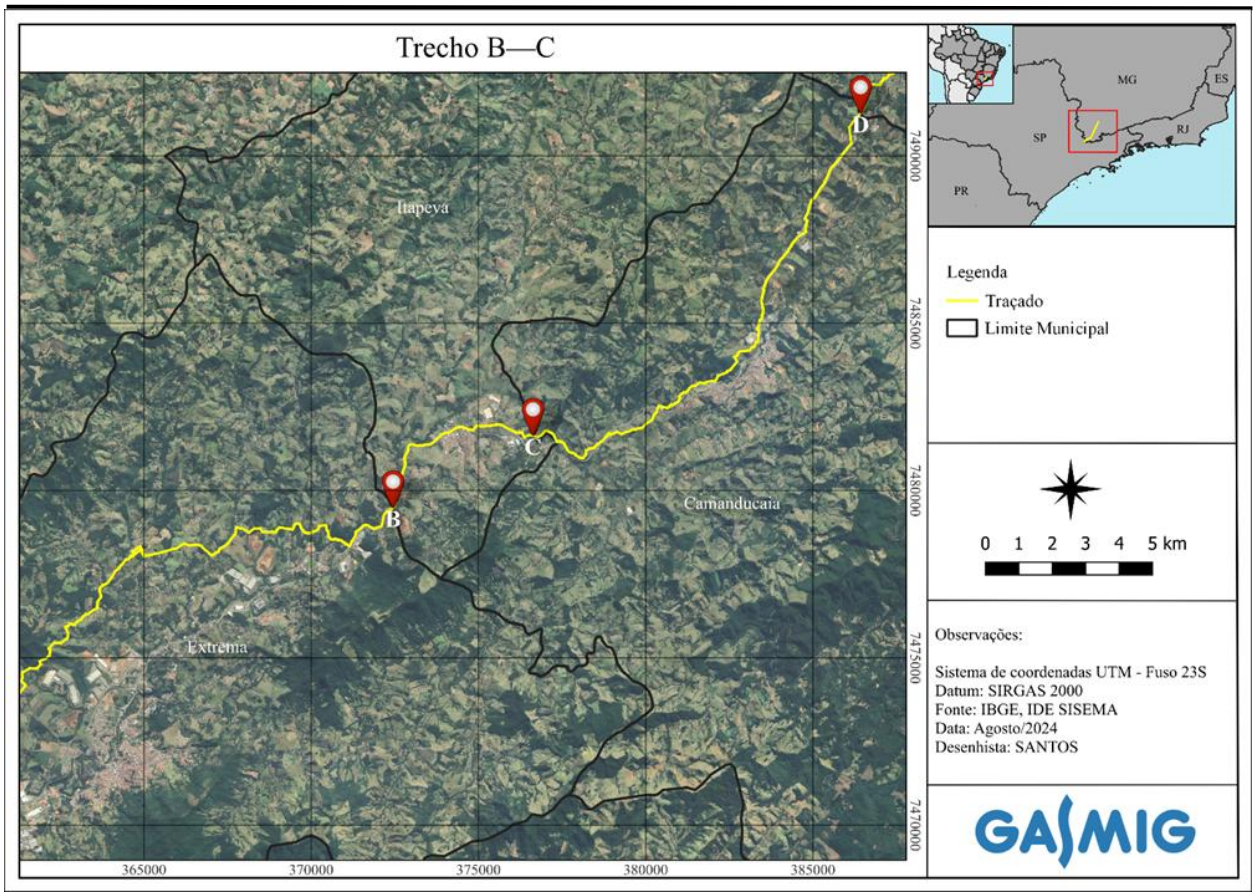


Figura 30. Trecho B – C: Itapeva – MG.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

4.2.1.3 Trecho C – D

Entre os pontos C e D, o gasoduto se estende por 17,073 km, o que corresponde a 14,34% da linha tronco. Conforme ilustrado na **Figura 23**, esse trecho atravessa o município de Camanducaia, passando por áreas de importância econômica e ambiental. A maior parte do traçado está localizada em uma região mais urbanizada e percorre, predominantemente, a faixa de domínio existente ao longo da rodovia.

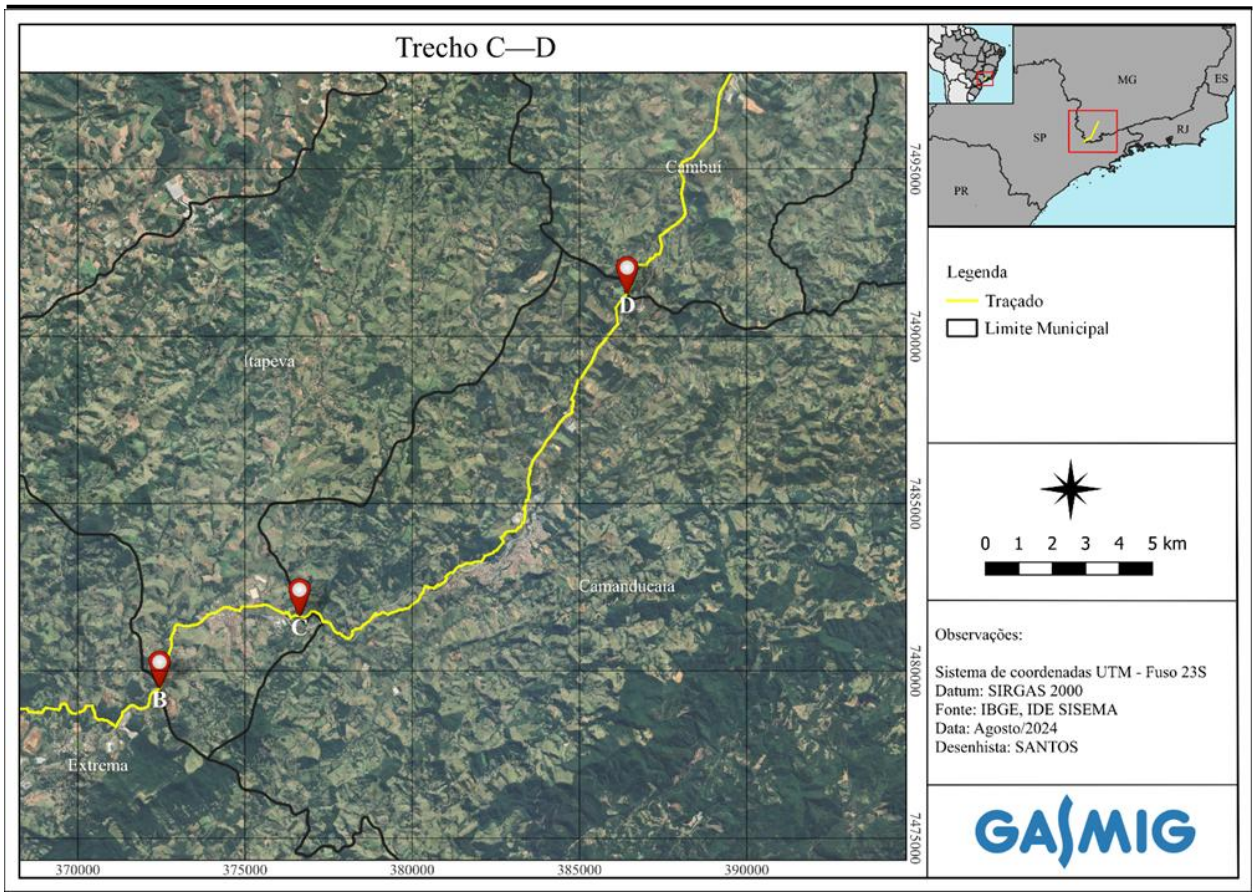


Figura 31. Trecho C – D: Camanducaia – MG.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

4.2.1.4 Trecho D – E

O trecho D - E se estende por 23,396 km, representando 19,66% da extensão total do gasoduto. Este segmento atravessa o município de Cambuí, uma região que combina aspectos urbanos e rurais. A presença de infraestrutura existente e a necessidade de minimizar impactos ambientais foram fatores importantes na definição do traçado deste trecho **(Figura 24)**.

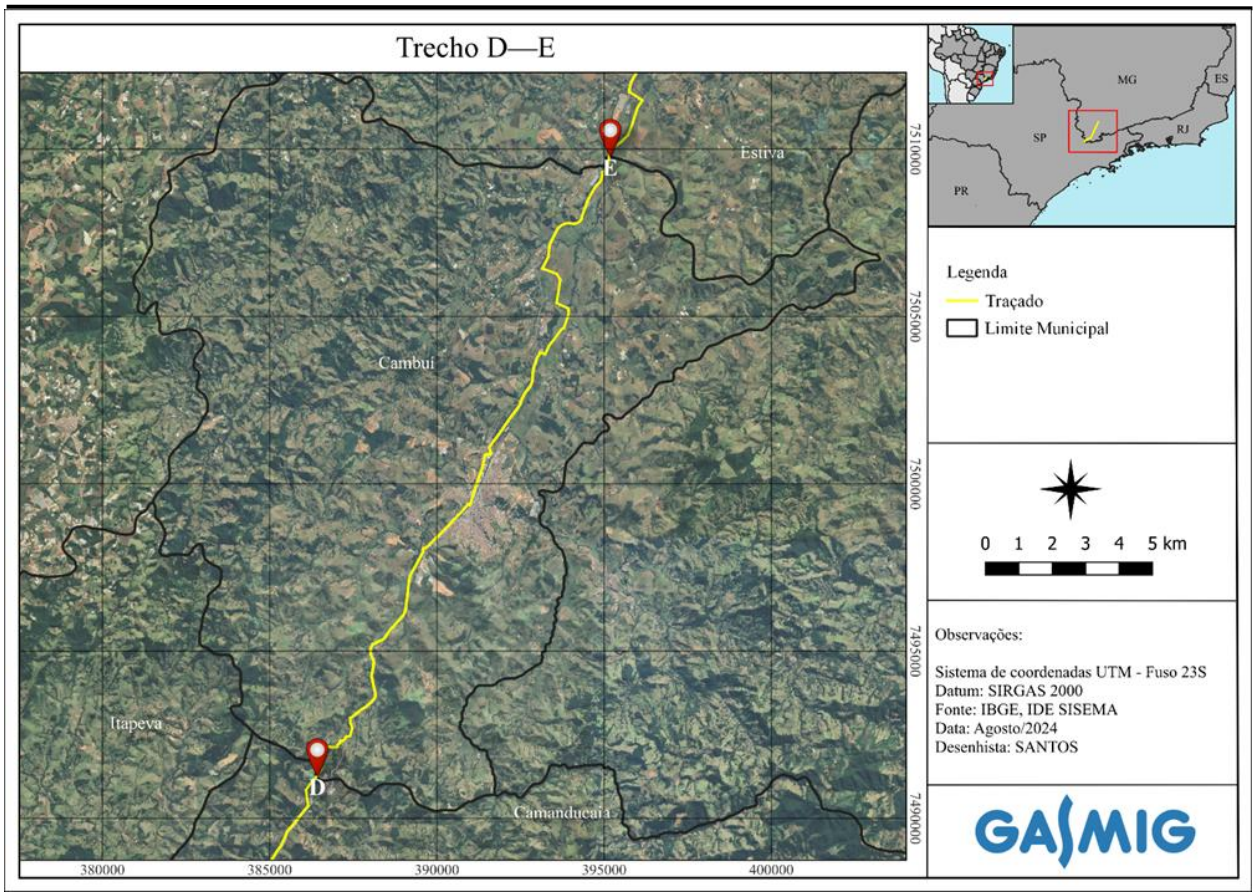


Figura 32. Trecho D – E: Cambuí – MG.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

4.2.1.5 Trecho E – F

Entre os pontos E e F, o segmento do gasoduto se estende por 15,584 km, correspondendo a 13,09% do total da linha tronco. Conforme ilustrado na **Figura 25**, este trecho abrange o município de Estiva e a maior parte do traçado está situada na faixa de domínio da rodovia.

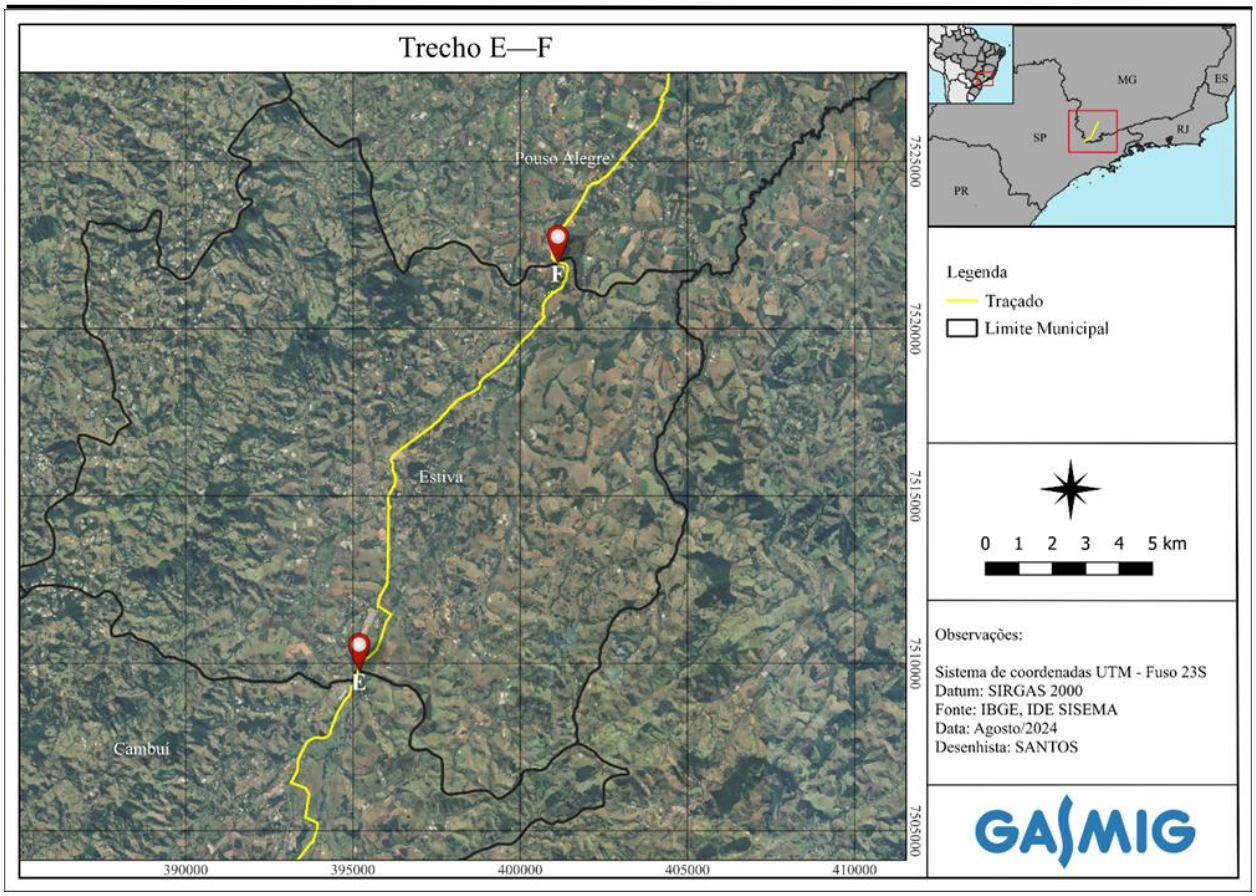


Figura 33. Trecho E – F: Estiva – MG.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

4.2.1.6 Trecho F – G

O trecho F - G cobre 27,645 km, o que representa 23,23% da linha tronco. Localizado no município de Pouso Alegre, conforme mostrado na **Figura 26**, este segmento é o mais longo e desempenha um papel crucial na conexão da infraestrutura de gás. O traçado atravessa predominantemente áreas urbanas e aproveitando a infraestrutura existente na faixa de domínio.

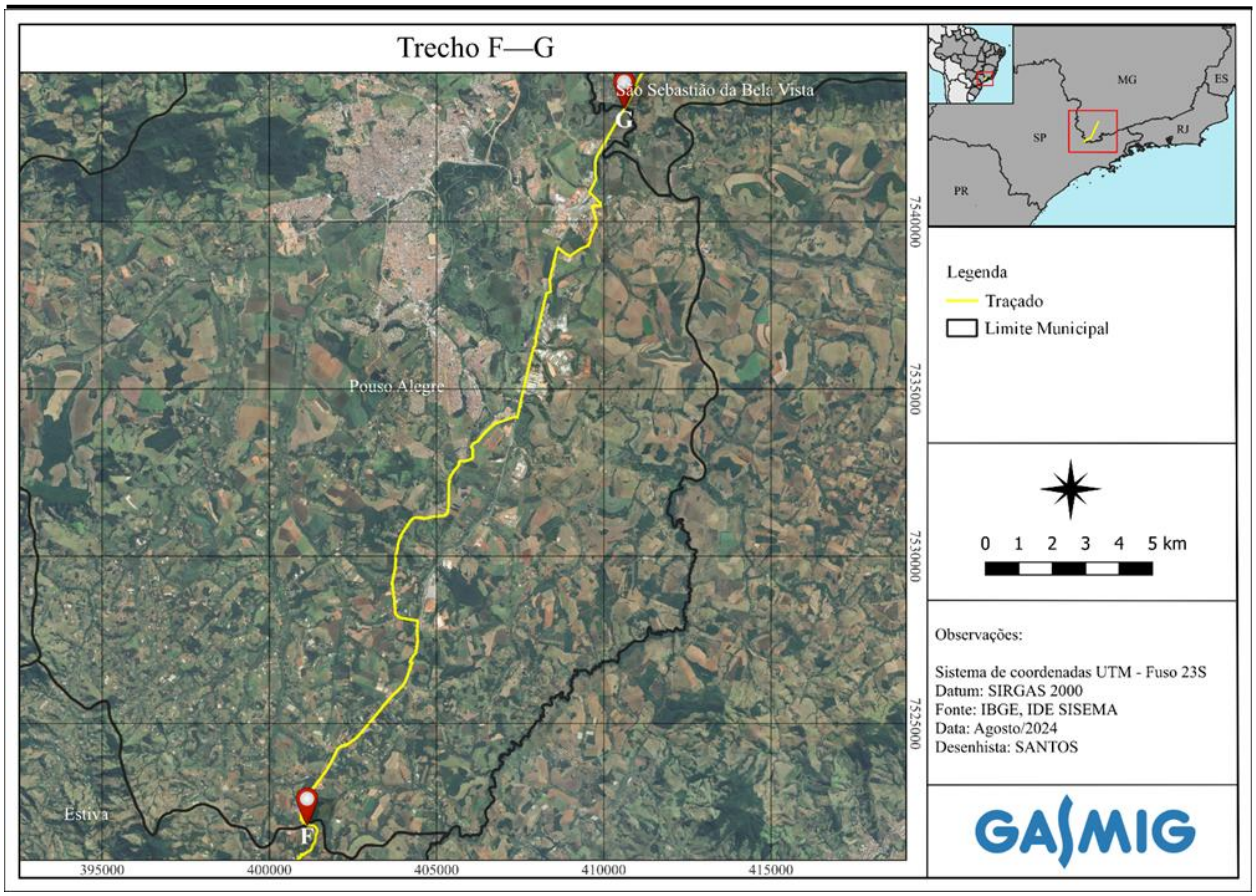


Figura 34. Trecho F – G: Pouso Alegre – MG.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

4.2.1.7 Trecho G – H

Finalmente, o segmento entre os pontos G e H possui uma extensão de 3,944 km, representando 3,31% do comprimento total da linha tronco. Este trecho atravessa o município de Pouso Alegre e se encerra em um Posto a Gás em São Sebastião da Bela Vista, totalizando a linha tronco do gasoduto. A área abrangida por este segmento é predominantemente localizada na faixa de domínio, vide **Figura 27**.

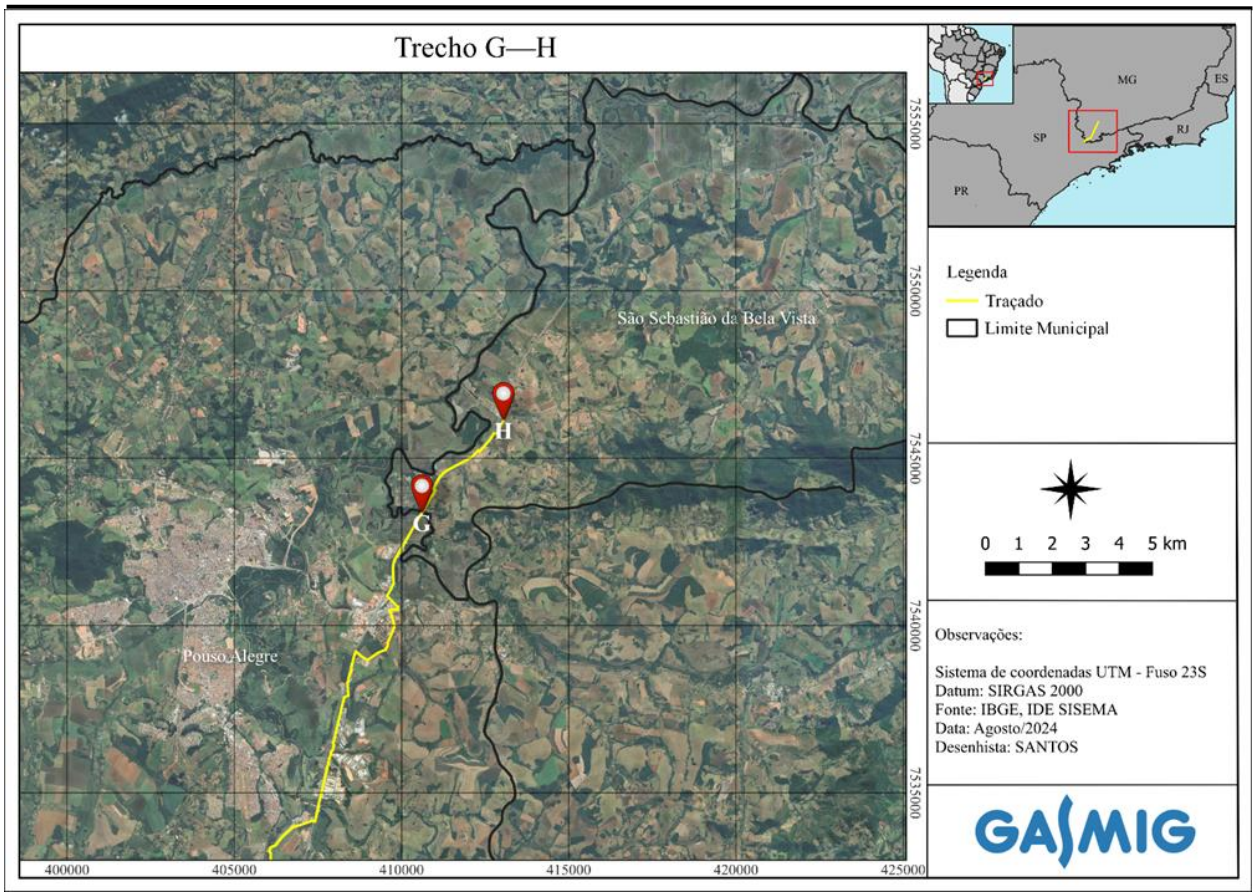


Figura 35. Trecho G – H: São Sebastião da Bela Vista – MG.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

4.2.2 Faixa de servidão

A faixa de servidão é uma área de terreno com largura definida ao longo do trajeto do duto, legalmente destinada à instalação e manutenção dos gasodutos. Durante esse período, o proprietário do imóvel mantém a posse da área e pode utilizá-la de forma limitada, desde que essa utilização não comprometa a integridade e a segurança do gasoduto. Por sua vez, a GASMIG obtém os direitos necessários para a implantação, instalação, operação e manutenção dos dutos. Para a instalação deste gasoduto, a faixa de servidão terá uma largura de 8 a 12 metros, ajustada para atender às necessidades específicas de construção e manutenção do duto.

Além disso, para garantir a segurança e a eficiência na instalação e operação do gasoduto, a GASMIG considera as classes específicas de pressão e os materiais utilizados, conforme estabelecido pela NBR 12.712 – Projeto de Sistemas de Transmissão e Distribuição de Gás Combustível. A faixa de servidão é planejada não apenas para minimizar dificuldades durante a construção e assegurar a conformidade com todas as exigências técnicas e de segurança, mas também para proteger o duto em operação, prevenindo incidentes e impactos causados por terceiros.

4.2.3 Acesso a Infraestrutura do Entorno

O empreendimento é circundado por diversas vias de acesso, incluindo estradas particulares, municipais, estaduais, federais e outras de origem desconhecida, conforme ilustrado na **Figura 28**, abaixo.

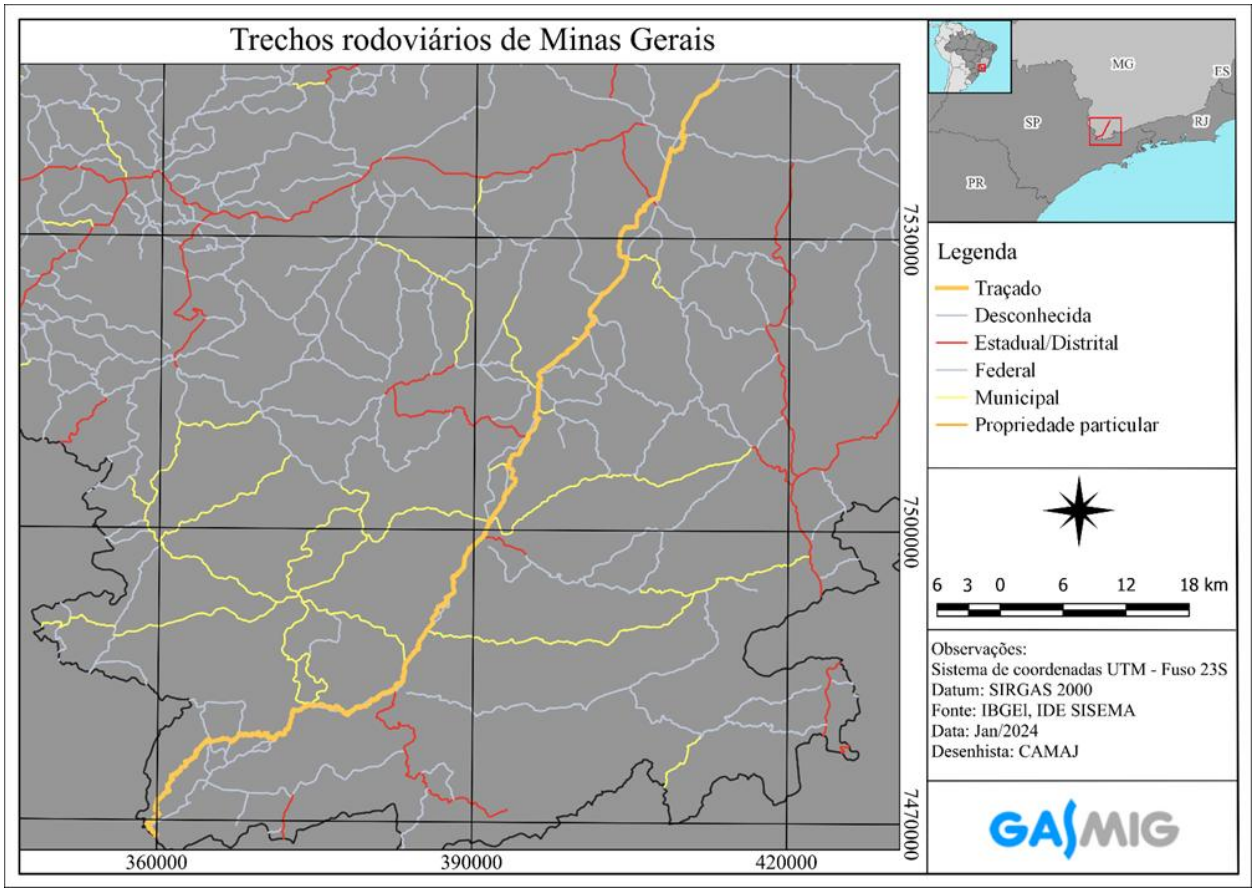


Figura 36. Acessos ao empreendimento.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

4.2.4 Limites Patrimoniais e Propriedades Confrontantes

O gasoduto atravessará um total de 227 propriedades privadas ao longo de seu percurso. Para facilitar a coordenação e as etapas subsequentes, foi realizado um levantamento detalhado dessas propriedades. Posteriormente ao levantamento, foi realizado contato com os proprietários para discutir aspectos relacionados ao projeto. Na **Tabela 6**, está descrito a quantidade de propriedade em cada município.

Tabela 6. Propriedades confrontantes ao traçado do gasoduto.

Propriedades Confrontantes	
Município	**Quantidade de propriedades**
Extrema	98
Itapeva	11
Camanducaia	47
Cambuí	42
Estiva	09
Pouso Alegre	20
São Sebastião da Bela Vista	0

Fonte: GASMIG, 2024.

As **Figuras 29 a 35** apresentam os mapas de localização dessas propriedades, organizadas por município, para referência e planejamento.

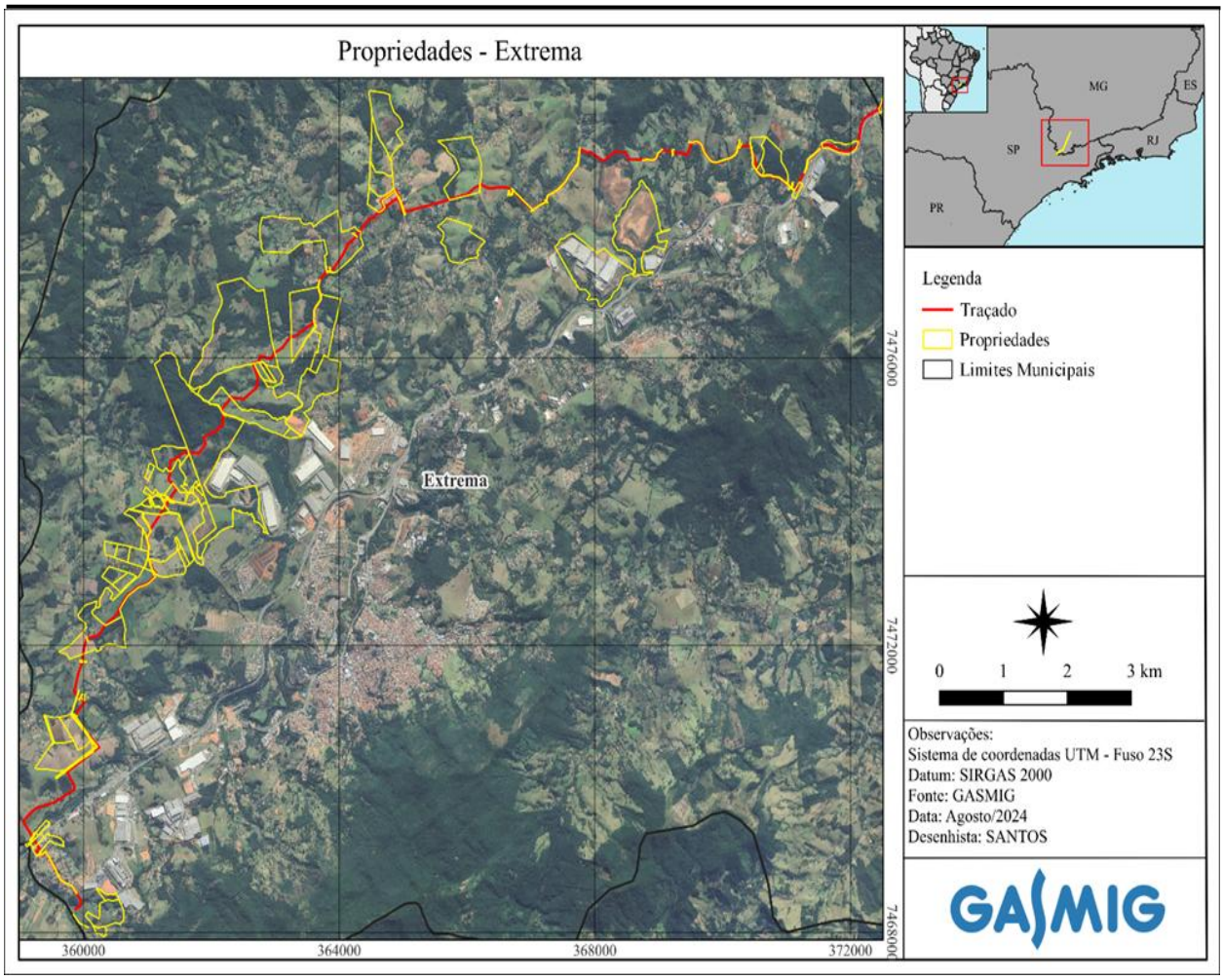


Figura 37. Propriedades confrontantes, município de Extrema.
Fonte: Levantamento GASMIG. Elaboração: Raiz Ambiental, 2024.

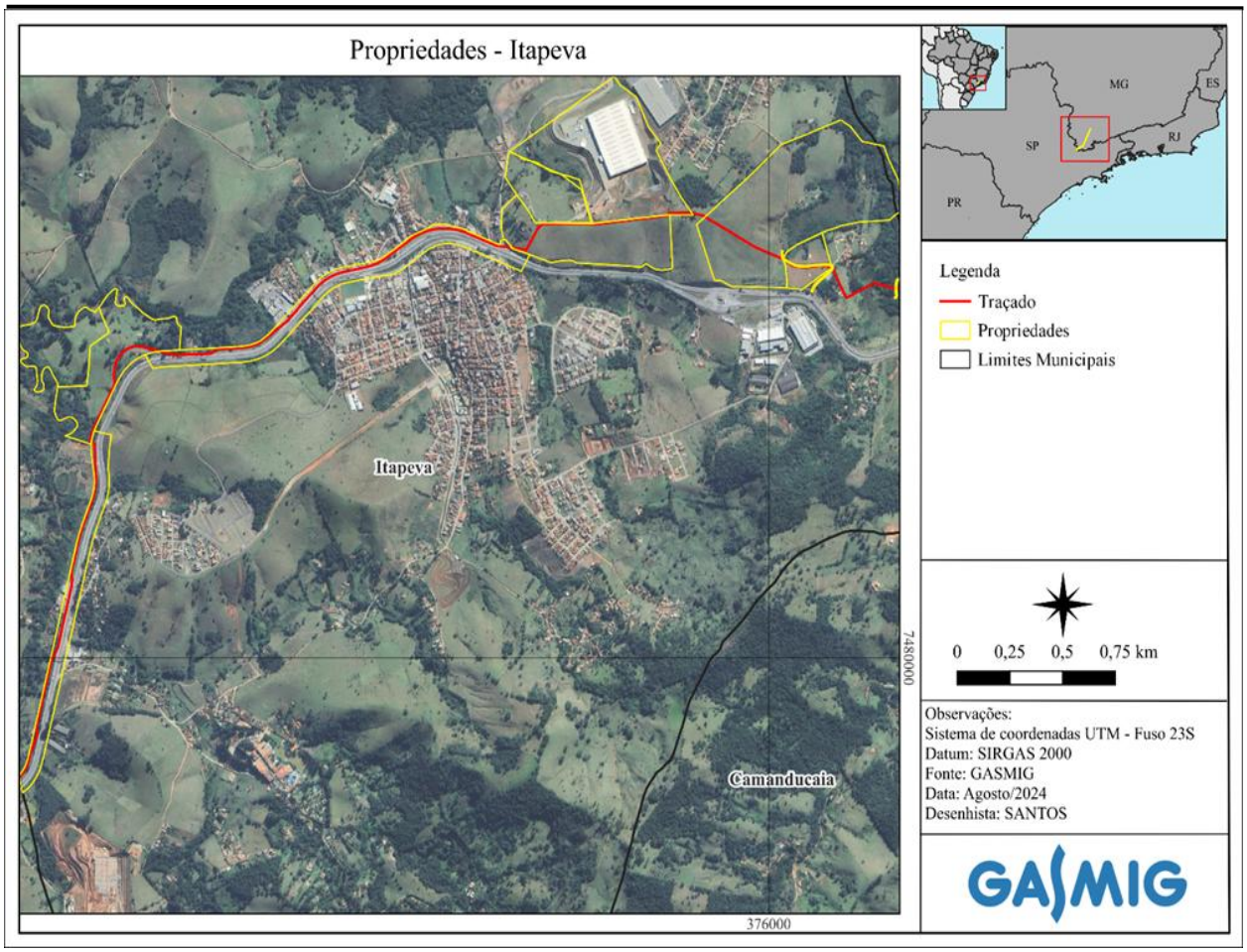


Figura 38. Propriedades confrontantes, município de Itapeva.
Fonte: Levantamento GASMIG. Elaboração: Raiz Ambiental, 2024.

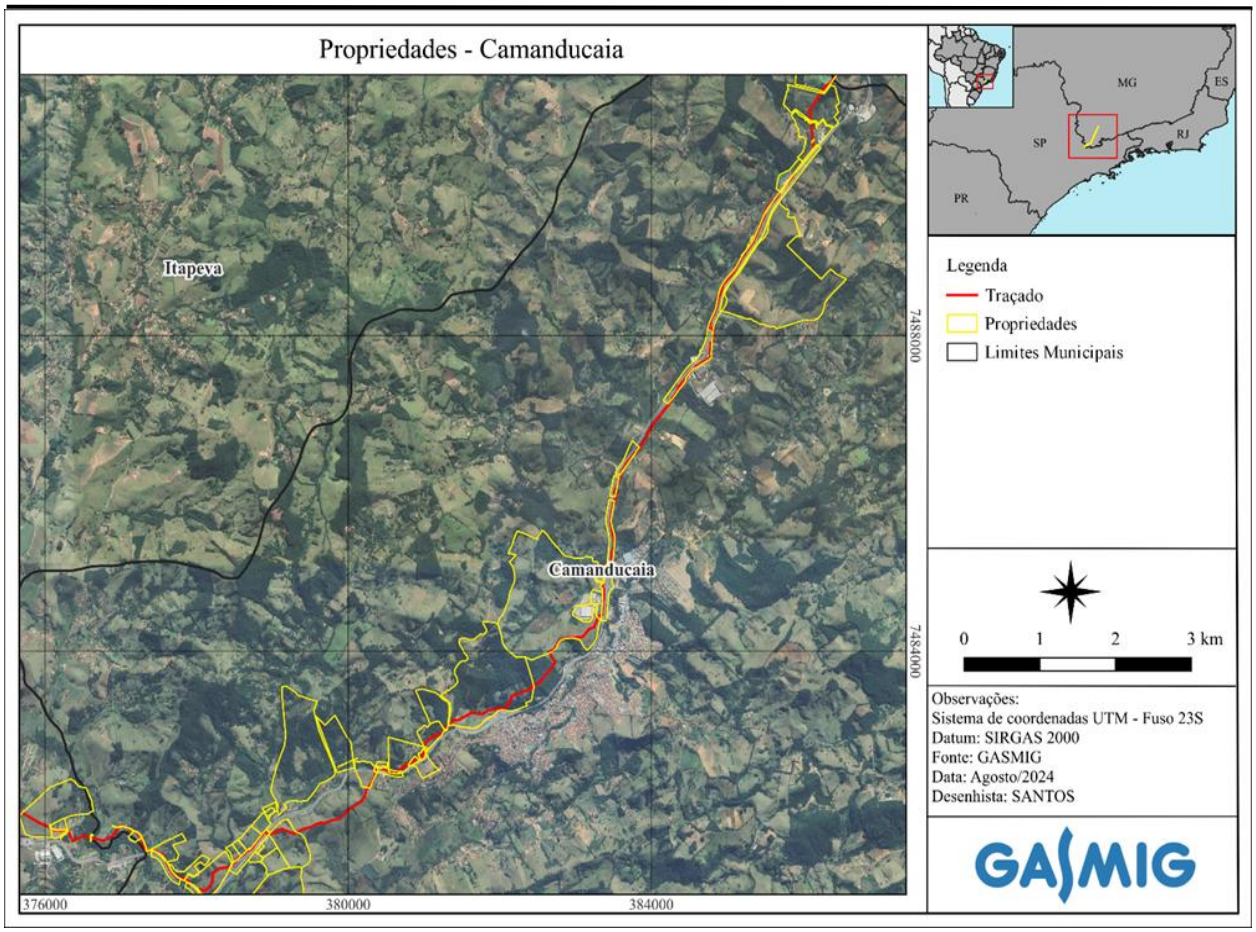


Figura 39. Propriedades confrontantes, município de Camanducaia.
Fonte: Levantamento GASMIG. Elaboração: Raiz Ambiental, 2024.

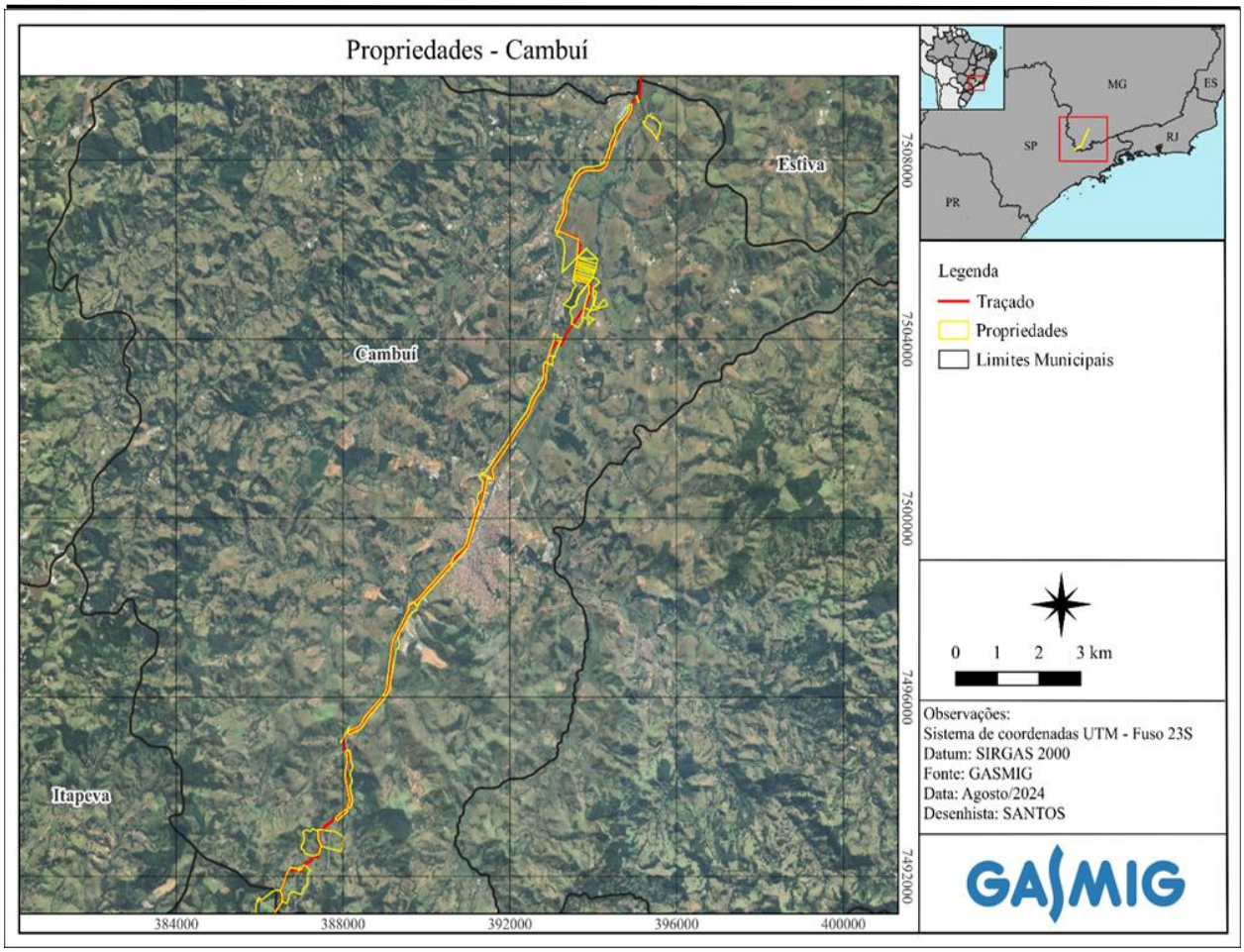


Figura 40. Propriedades confrontantes, município de Cambuí.
Fonte: Levantamento GASMIG. Elaboração: Raiz Ambiental, 2024.

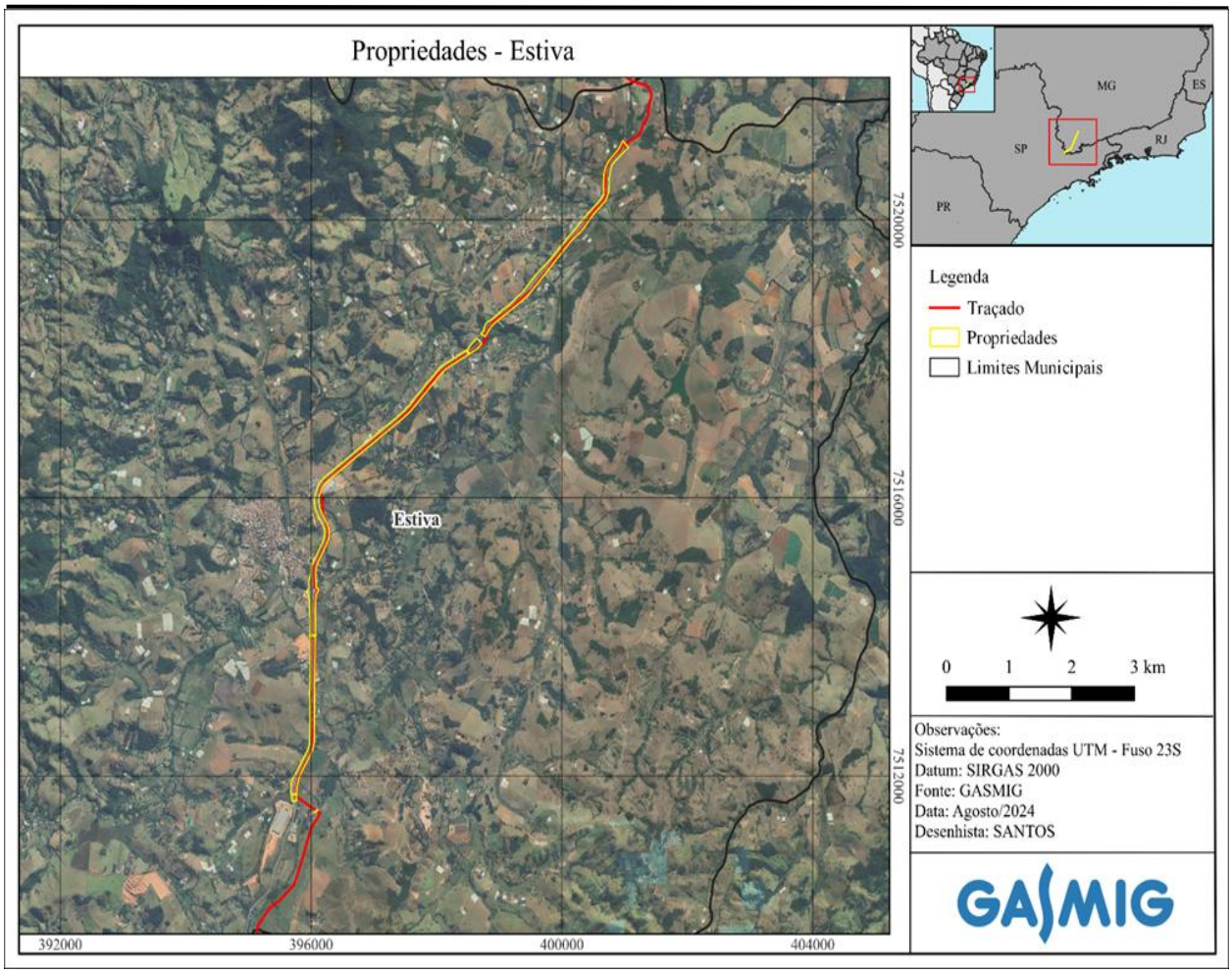


Figura 41. Propriedades confrontantes, município de Estiva.
Fonte: Levantamento GASMIG. Elaboração: Raiz Ambiental, 2024.

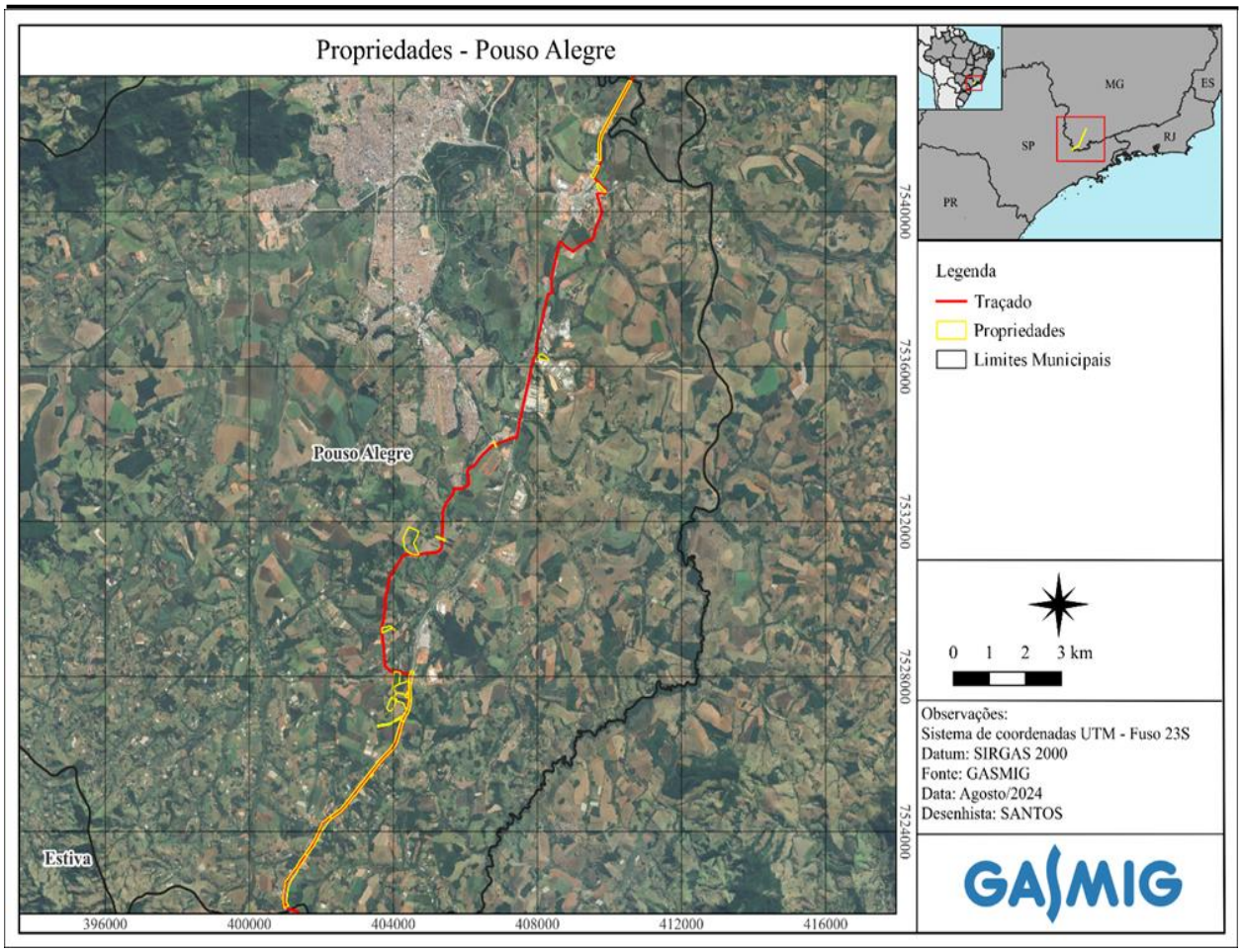


Figura 42. Propriedades confrontantes, município de Pouso Alegre.
Fonte: Levantamento GASMIG. Elaboração: Raiz Ambiental, 2024.

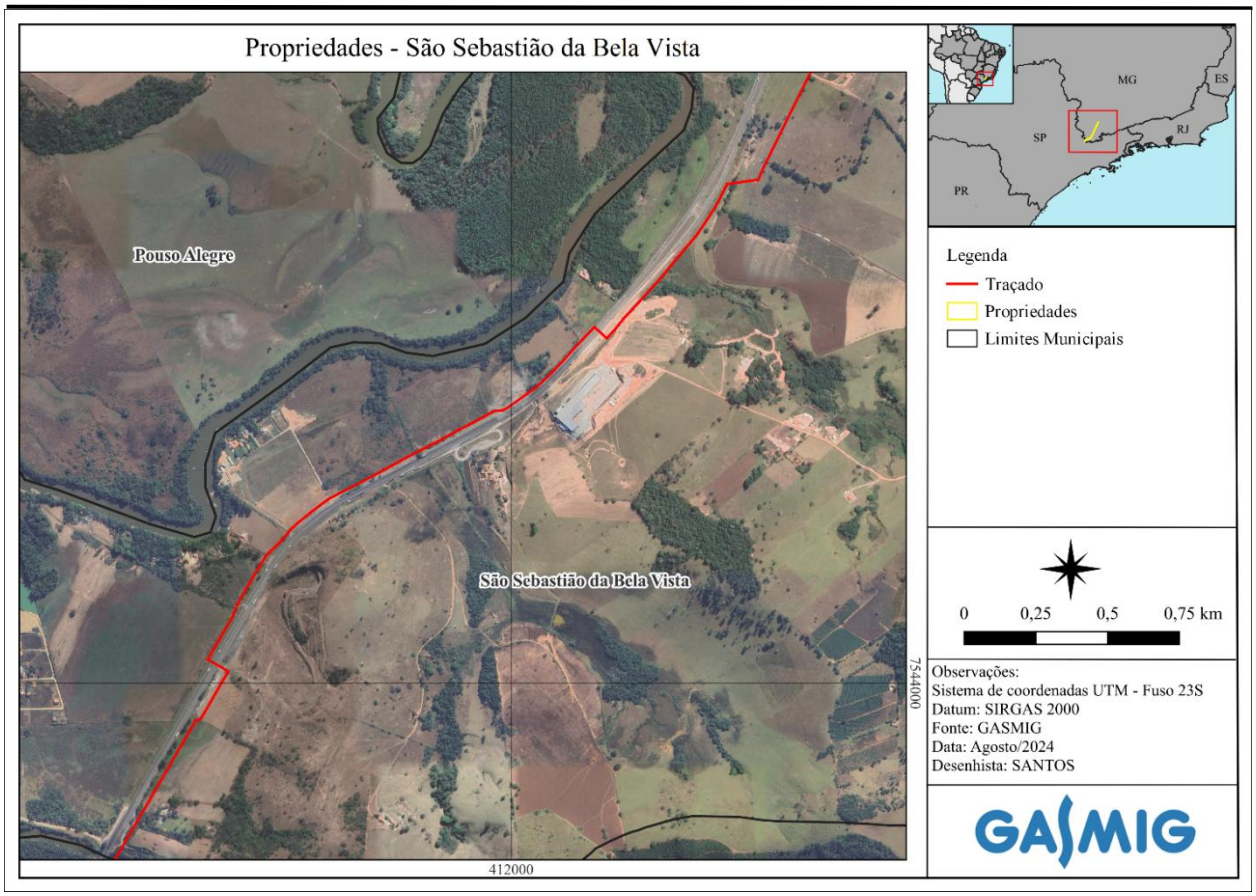


Figura 43. Propriedades confrontantes, município de São Sebastião da Bela Vista.
Fonte: Levantamento GASMIG. Elaboração: Raiz Ambiental, 2024.

4.3 Pontos de Monitoramento Ambiental

O monitoramento ambiental é a prática sistemática de observar e registrar continuamente as condições do meio ambiente para proteger os ecossistemas e a saúde humana. Este processo envolve a coleta e análise de dados sobre vários aspectos críticos, como passivos ambientais, áreas suscetíveis à erosão e zonas com risco geológico. O objetivo é identificar e avaliar essas questões, permitindo a gestão e a mitigação de impactos ambientais ao longo do tempo.

Na **Figura 36** estão localizados os pontos de passivos ambientais identificados no traçado. Esses passivos incluem áreas com potencial de contaminação, depósito de resíduos, processos erosivos e solo exposto. O monitoramento contínuo dessas áreas ajuda a detectar e avaliar esses pontos, fornecendo dados essenciais para a limpeza e recuperação desses locais.

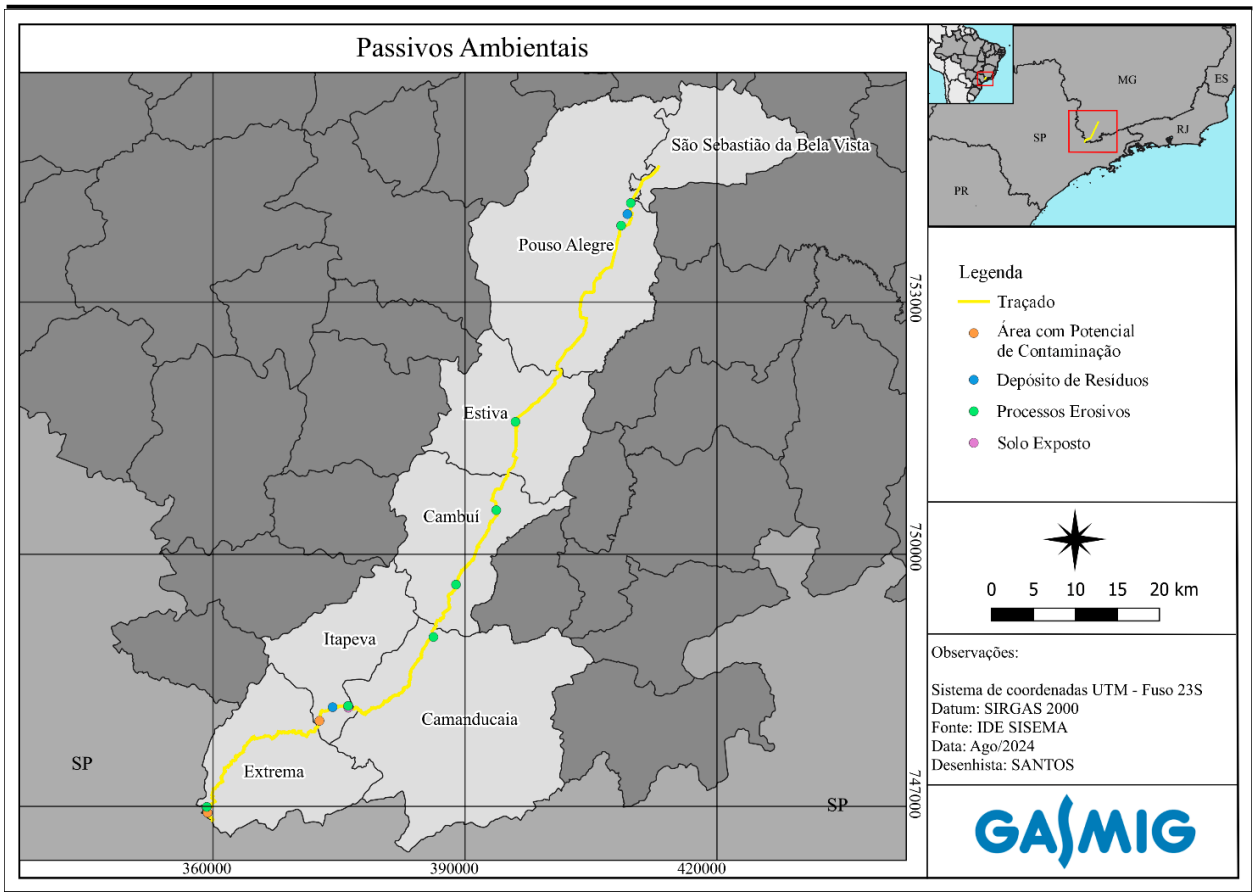


Figura 44. Mapa de passivos ambientais ao longo do traçado.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

Na **Figura 37**, são apresentadas as áreas suscetíveis a processos erosivos. Monitorar a degradação do solo e a vegetação pode ajudar a identificar áreas em risco de erosão e a tomar ações preventivas e/ou corretivas.

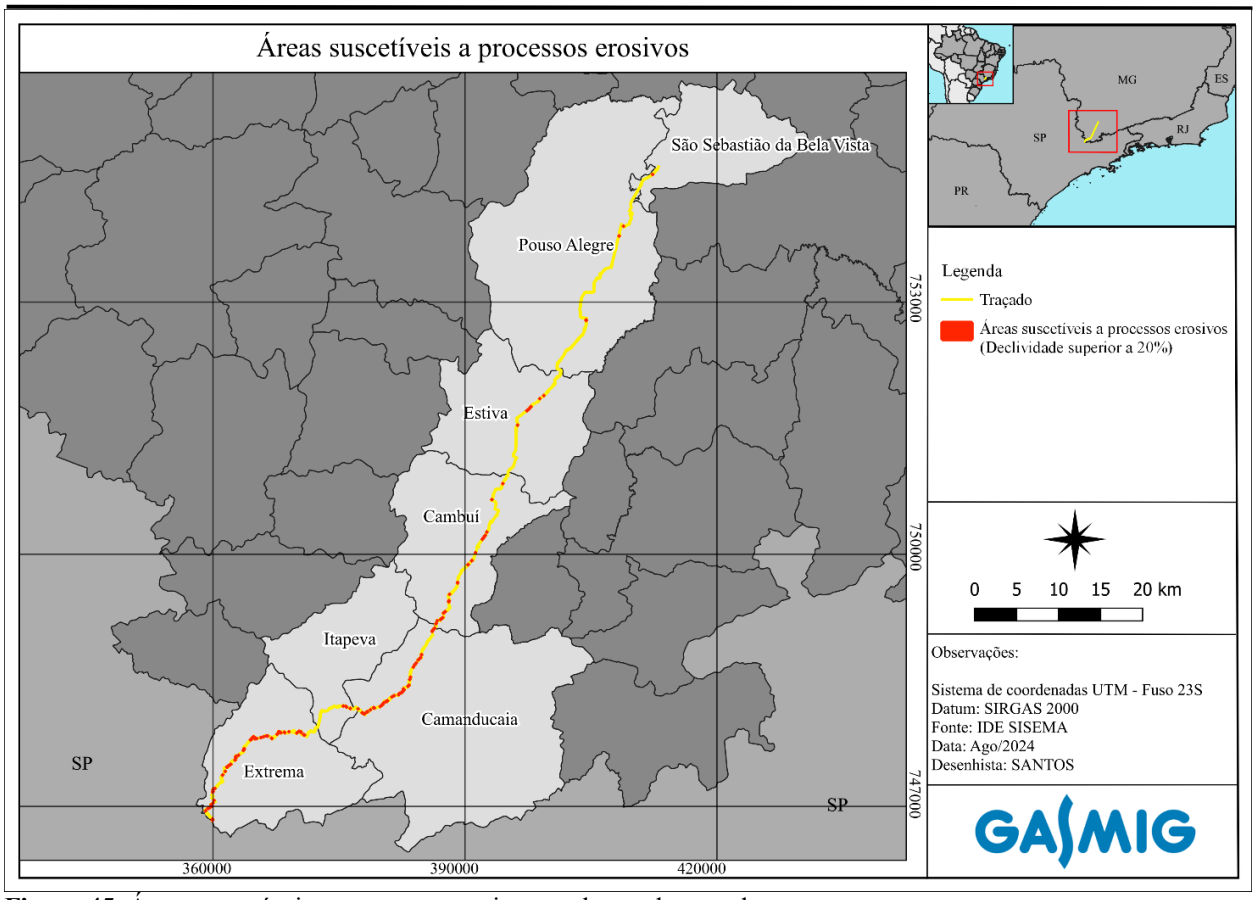


Figura 45. Áreas suscetíveis a processos erosivos, ao longo do traçado.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

Na **Figura 38**, podemos ver o mapa geotécnico da região, onde demonstra áreas de ocorrência de risco geológico. O monitoramento ambiental permite acompanhar sinais precoces de risco geológico e implementar estratégias de mitigação para proteger as comunidades e o meio ambiente.

Os detalhes mencionados estão disponíveis no Volume III do EIA, no Capítulo 2 - Passivos Ambientais, onde são detalhados os passivos ambientais e as áreas suscetíveis a processos erosivos.

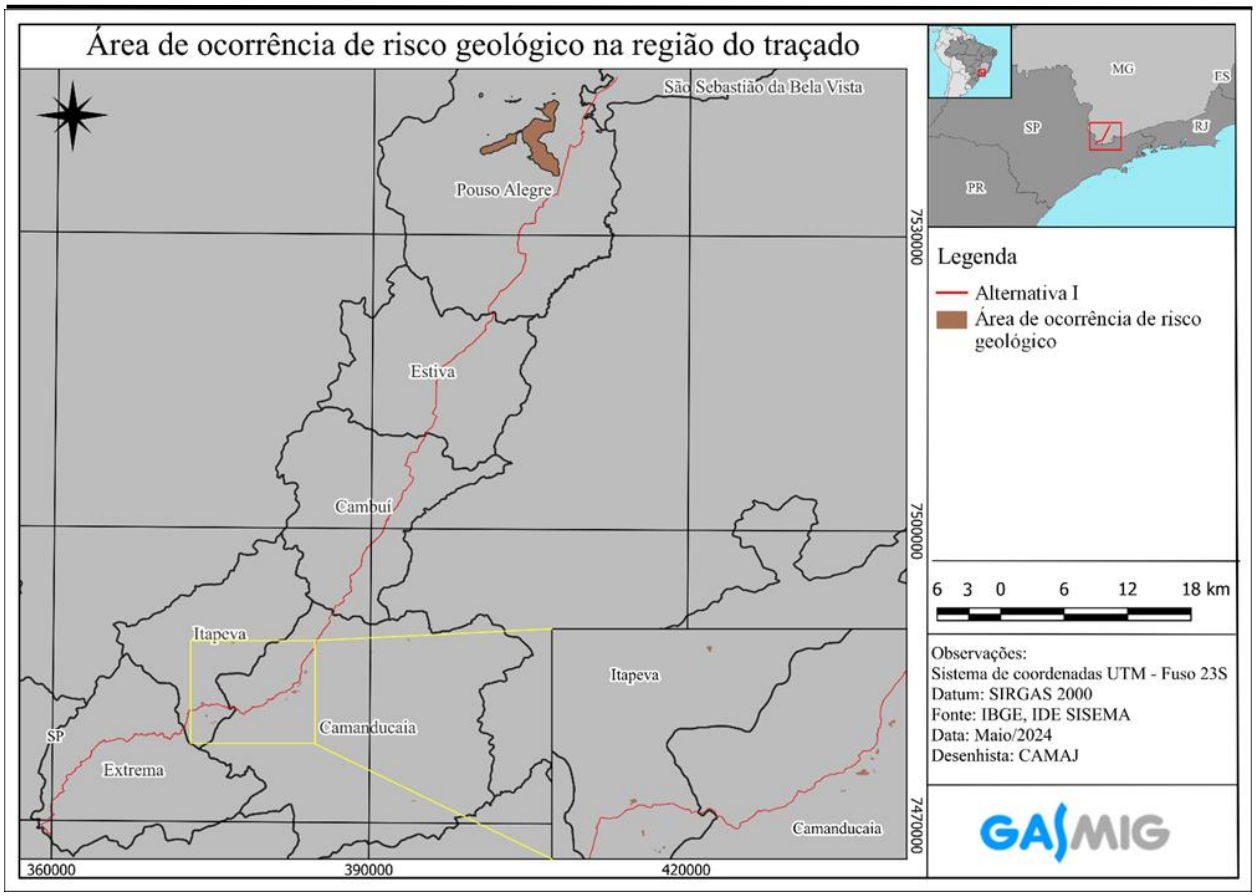


Figura 46. Mapa geotécnico.
Fonte: Raiz Ambiental, 2024.

4.4 Descrição da Instalação e Infraestrutura

4.4.1 Materiais e Insumos

Para a distribuição de gás natural, o gás é pressurizado dentro do gasoduto, o que exige que o duto seja altamente resistente. Para atender a essas exigências, diversas características tecnológicas são empregadas. Os dutos são fabricados com aço de alta resistência ou materiais compostos, projetados para suportar altas pressões e resistir a condições adversas. Revestimentos anticorrosivos e sistemas de proteção catódica são aplicados para aumentar a durabilidade e a integridade dos dutos. Isso se aplica desde o conjunto de dispositivos instalados no ponto de entrega até o sistema de distribuição de gás natural da GASMIG.

4.4.2 Canteiro de Obras

Para a construção do gasoduto, a instalação e operação dos canteiros de obra e das áreas de apoio, serão de responsabilidade das empresas terceirizadas contratadas. Esses canteiros são fundamentais para apoiar o projeto, oferecendo locais adequados para armazenamento,

manutenção e administração. A instalação desses espaços exigirá a contratação de mão de obra qualificada, que pode ser local ou, quando necessário, de outras localidades.

As empresas terceirizadas deverão garantir que os canteiros sejam instalados corretamente, atendendo às normas de segurança e saúde. Elas também serão responsáveis pelo gerenciamento de resíduos e efluentes, obtenção das licenças necessárias e minimização de impactos ambientais e sociais, conforme descrito no Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Plano de Controle Ambiental.

No Plano de Controle Ambiental, possui O Programa de Controle Ambiental do Canteiro de Obras, onde detalha as principais responsabilidades dessas empresas, assegurando que todas as etapas da instalação e operação dos canteiros estejam em conformidade com os requisitos estabelecidos. Será necessário a contratação de um profissional para a execução do Programa de Manutenção da Qualidade Atmosférica e Sonora, também descrito no Plano de Controle Ambiental.

4.4.3 Estação de Recebimento de Gás Natural (ERGN)

Conjunto de dispositivos e equipamentos instalados entre o ponto de entrega e o Sistema de Distribuição de Gás Natural da GAMIG, a fim de medir, regular a pressão, odorizar e filtrar o gás natural.



Figura 47. Imagem de uma ERGN de outra unidade de distribuição (ilustrativa).
Fonte: GASMIG, 2024.

4.4.4 Conjunto de Medição e Regulagem de Pressão (CMRP)

O CMRP deve ser locado para atender aos interesses da GASMIG e do cliente, com as seguintes considerações:

- **Ventilação e Acesso:** Deve ser instalado em local bem ventilado e de fácil acesso para veículos médios. Idealmente, próximo a uma portaria para facilitar a entrada de pessoal credenciado da GASMIG para leitura.
- **Distância de Edificações e Armazenamentos:** Deve estar a pelo menos 5 metros de edificações industriais com janelas, 3 metros de edificações sem janelas, depósitos de combustíveis, subestações, centros de controle de motores e redes elétricas (primárias, secundárias e barramentos).
- **Segurança e Proteção:** O local deve estar protegido contra ações predatórias, colisões de veículos ou cargas, e atmosferas corrosivas.
- **Acesso e Espaço:** Deve ser de fácil acesso para o pessoal de operação do cliente, tanto para leituras de rotina quanto para intervenções de emergência. O espaço deve ser suficiente para o tamanho atual do CMRP e para possíveis expansões.
- **Definição do Local:** O local escolhido deve ser definitivo e preferencialmente próximo aos pontos de maior consumo de gás natural ou a outros painéis elétricos.



Figura 48. Imagem de uma CMRP de outra unidade de distribuição (ilustrativa).
Fonte: GASMIG, 2024.

4.4.5 Estação de Compressão

Compressores são instalados ao longo do percurso para manter a pressão necessária para o transporte do gás. Esses sistemas são equipados com tecnologia avançada de controle e monitoramento, que ajusta automaticamente a pressão e garante o fluxo contínuo do gás. Além

disso, está prevista a possibilidade de uma Estação de Compressão no Estação de Recebimento de Gás Natural, caso a pressão de entrega da transportadora não seja compatível com a pressão que a Gasmig necessite para a distribuição eficiente.

4.4.6 Estação de Regulagem de Pressão (ERP)

Trata-se de um conjunto de componentes, incluindo filtros, válvulas e dutos, organizados em linha com a finalidade de regular a pressão do gás a níveis adequados. Isso garante uma operação segura e eficiente do Sistema de Distribuição de Gás Natural. Na **Figura 41,** podemos ver a localização das ERP's ao longo do traçado.

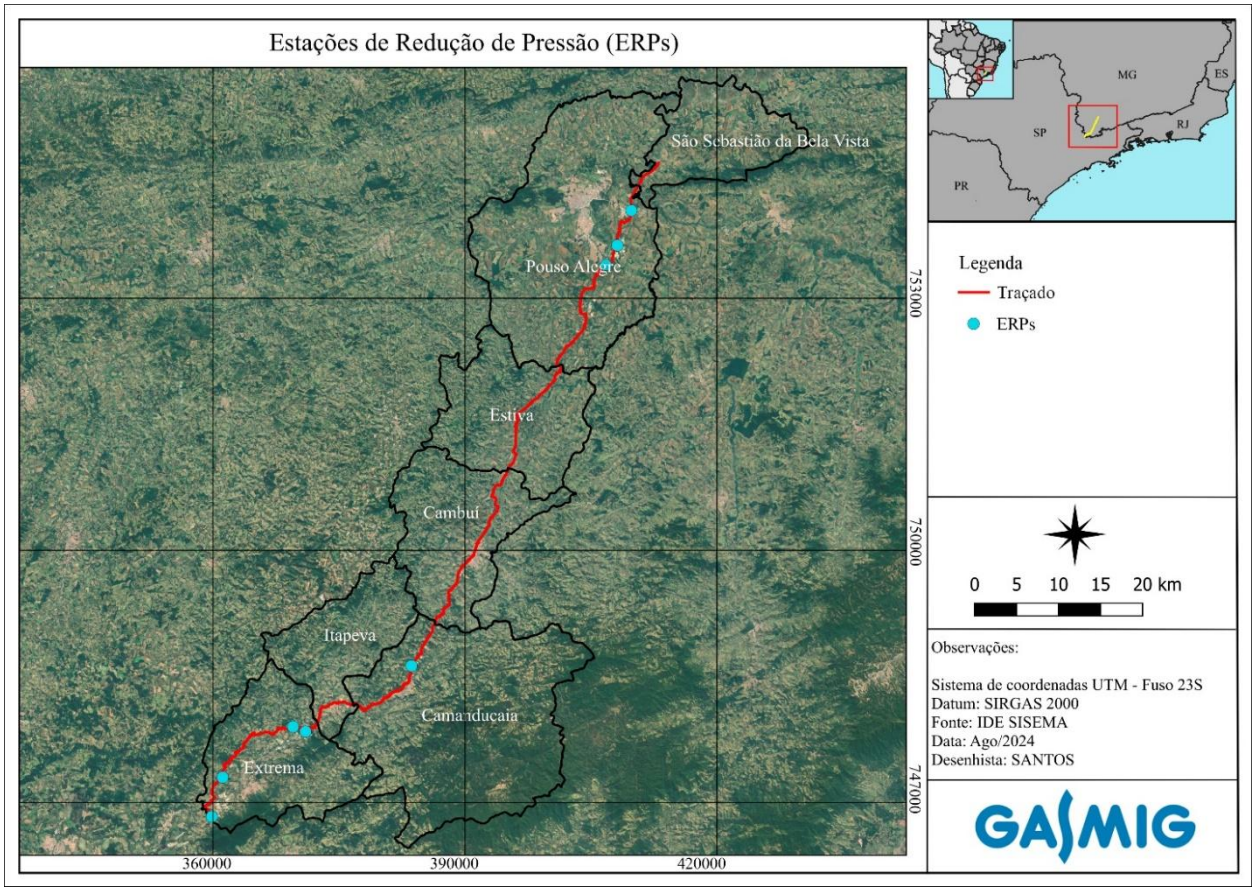


Figura 49. Localização das ERP's ao longo do traçado.
Fonte: GASMIG. Elaboração: Raiz Consultoria Ambiental, 2024.

4.4.7 Componentes do Sistema

- **Filtros:** São dispositivos projetados para remover impurezas e partículas sólidas do gás. A presença de filtros no sistema é fundamental para proteger os componentes internos, como válvulas e reguladores, de possíveis danos e para garantir a eficiência do sistema de distribuição. A manutenção regular dos filtros é essencial para evitar obstruções e garantir o fluxo contínuo e limpo do gás.

- **Válvulas**: São acessórios essenciais para estabelecer, controlar e interromper o fluxo de gás. No Sistema de Distribuição de Gás Natural, as válvulas desempenham várias funções, incluindo:
- **Válvulas Reguladoras de Pressão**: Ajustam a pressão do gás para mantê-la dentro de um intervalo seguro e adequado para o sistema.
- **Válvulas de Alívio**: Liberam a pressão excessiva para prevenir danos ao sistema e garantir a segurança.
- **Válvulas de Bloqueio Automático**: Fecham automaticamente em emergências para interromper o fluxo de gás e evitar acidentes.
- **Válvulas de Retenção**: Impedem o retorno do gás, assegurando que ele flua apenas em uma direção e evitando refluxos indesejados.

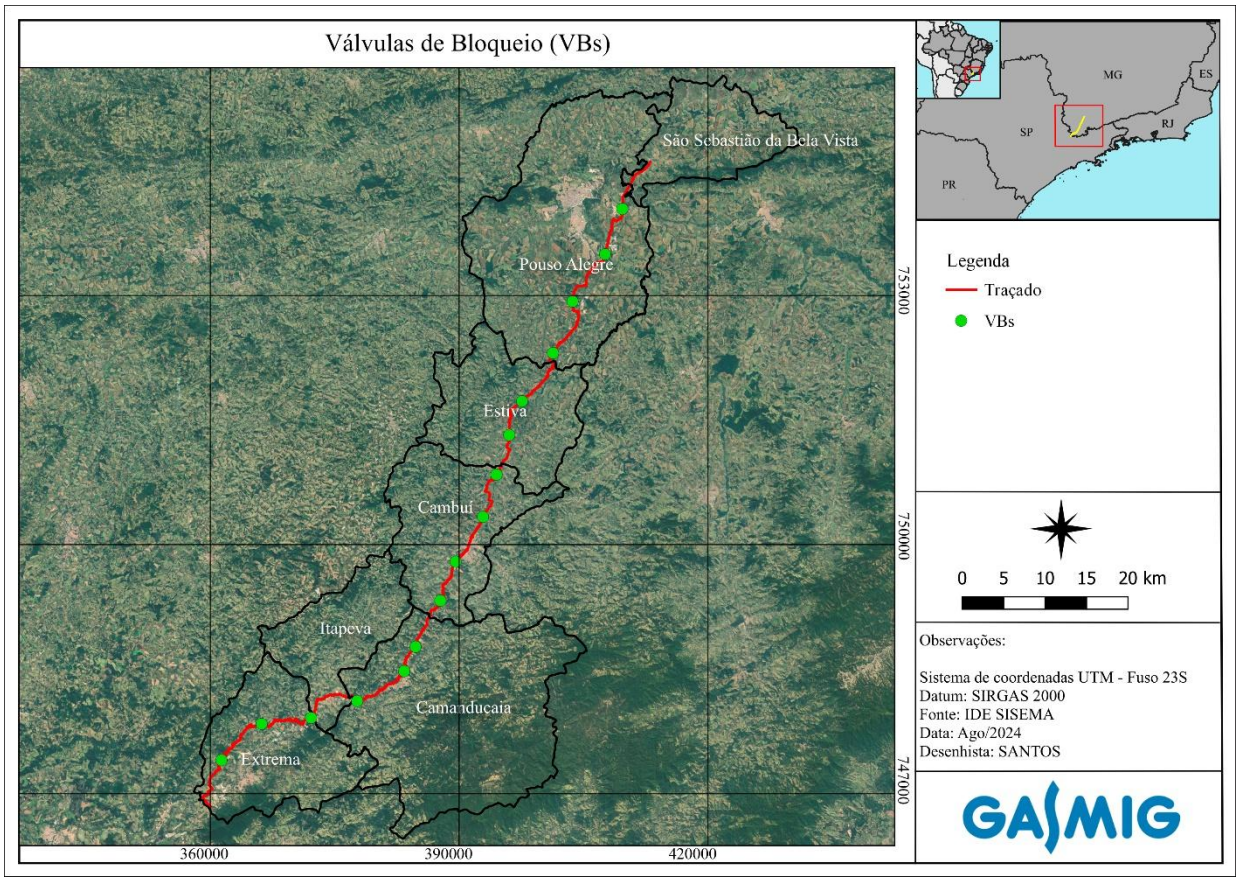


Figura 50. Localização das VB's ao longo do traçado.
Fonte: GASMIG. Elaboração: Raiz Consultoria Ambiental, 2024.

- **Dutos**: São tubos que transportam o gás ao longo do sistema de distribuição. Os dutos devem ser projetados e mantidos para suportar as pressões e condições de operação do gás. Eles são fundamentais para garantir a integridade do fluxo do gás desde o ponto de entrada

até o destino final. A inspeção e manutenção regulares dos dutos são essenciais para prevenir vazamentos e garantir a eficiência do sistema.



Figura 51. Tubulação do gasoduto.
Fonte: GASMIG. Elaboração: Raiz Consultoria Ambiental, 2024.

4.4.8 Instrumentação e Controle

Sensores monitoram a pressão, temperatura e fluxo do gás em tempo real. Sistemas de controle e aquisição de dados, permitem a supervisão remota e a tomada de decisões rápidas em resposta a qualquer anomalia.

- **Detecção de Vazamentos**: Tecnologias avançadas, como sensores acústicos e infravermelhos, detectam vazamentos e outras falhas. Drones e inspeções aéreas são utilizados para verificar a integridade dos dutos em áreas de difícil acesso.
- **Procedimentos de Segurança e Avaliação**: A instalação do sistema é acompanhada por procedimentos rigorosos de segurança, incluindo testes de pressão e inspeções detalhadas. A avaliação contínua da integridade do duto é essencial para garantir a operação segura e eficiente ao longo do tempo.

Essas características tecnológicas são essenciais para garantir que o transporte de gás natural seja realizado de forma segura e eficiente, atendendo às demandas operacionais e regulatórias do setor.

4.5 Características do Gás Natural

O gás natural é um combustível fóssil formado por uma mistura de hidrocarbonetos, compostos químicos predominantemente formados por átomos de carbono e hidrogênio. Seu principal componente é o metano (CH4), enquanto o restante da composição inclui pequenas

quantidades de etano, propano e outros hidrocarbonetos de maior peso molecular, descritos na **Tabela 7**, abaixo.

Tabela 7. Componentes do Gás Natural.

Composição	
Elemento	**Percentual (%)**
Metano (C_1 mín.)	85,0
Etano (C_2 máx.)	8,0
Propano (C_3 máx.)	3,0
C4+ (máx.)	1,0
CO_2 (máx.)	1,0
N_2 (máx.)	2,0

Fonte: GASMIG. Elaboração: Raiz Ambiental, 2024.

Trata-se de um combustível natural que se destaca por ser menos poluente, gerando baixos níveis de óxidos de enxofre e fuligem além de vapor d'água e dióxido de carbono, o que contribui para uma redução significativa das emissões poluentes em comparação com outros combustíveis fósseis. Além disso, não exige estocagem e armazenamento, é pouco tóxico e apresenta baixos teores de contaminantes, resultando em uma combustão limpa e praticamente isenta de particulados. Esses fatores, juntamente com o menor custo de operação e manutenção, fazem do gás natural uma opção vantajosa tanto ambiental quanto economicamente.

Na **Tabela 8**, podemos ver a redução de emissões como uso do gás natural comparado com o óleo combustível.

Tabela 8. Emissões de poluentes.

Emissão	Percentual de redução
Material Particulado	- 80,80
SO_2	- 99,00
SO_3	- 100,00
CO	- 49,40
CnH2n+2	- 54,20
NOx	- 47,20

Fonte: GASMIG. Elaboração: Raiz Ambiental, 2024.

4.6 Etapas do Planejamento

O planejamento do projeto foi desenvolvido com uma equipe multidisciplinar para garantir uma visão integrada. A metodologia utilizada considerou tanto aspectos mecânicos quanto locacionais para definir o percurso do duto e a implantação da faixa de servidão. Foram avaliados três traçados ao longo de 600 km entre Extrema e Pouso Alegre, utilizando técnicas avançadas de geoprocessamento e engenharia de dutos, complementadas por inspeções locais e dados cartográficos abrangentes.

A abordagem se baseou no cruzamento desses dados, aliada a análises de campo e entrevistas com técnicos municipais, visando identificar as melhores alternativas. O foco principal foi minimizar a extensão e o impacto do empreendimento, priorizando rotas próximas a áreas urbanizadas e distritos industriais. Além disso, o planejamento levou em conta fatores socioeconômicos e ambientais, evitando aglomerados urbanos, concessões minerais, comunidades quilombolas, assentamentos e áreas de preservação ambiental, e buscando minimizar a supressão de vegetação e o impacto sobre corpos hídricos.

4.7 Etapas de Implementação do Empreendimento

Para uma instalação segura, eficiente e de acordo com as normas ambientais e de segurança estabelecidas para a construção de gasodutos, são seguidas as seguintes etapas para implementação do empreendimento:

4.7.1 Abertura da Pista

Essa é uma etapa fundamental para a preparação do terreno onde o gasoduto será instalado. A pista consiste em um corredor ou faixa de trabalho, que deve ser adequadamente limpo, nivelado e preparado para garantir acesso seguro aos equipamentos e materiais necessários para a instalação.

A pista terá uma largura variável, conforme a topografia e as necessidades logísticas, permitindo o trânsito de máquinas, como escavadeiras e caminhões. O processo envolve a remoção da vegetação e de obstáculos superficiais, sempre seguindo as diretrizes ambientais estabelecidas para minimizar o impacto no solo e na vegetação local. Após a abertura da pista, são criadas condições para que a escavação da vala e a instalação subsequente do gasoduto possam ocorrer de maneira segura e eficiente.

4.7.2 Abertura da Vala

O próximo passo é a escavação da vala, que servirá como canal para a instalação do gasoduto. A vala terá uma profundidade aproximada de 1,50 metros e uma largura de 0,80 metros. A previsão é de realizar a perfuração a uma taxa de 80 a 100 metros por dia por frente de trabalho, abrangendo uma faixa diária de 8 a 12 metros. Com uma extensão total de 119,5 km, a conclusão da escavação deverá levar aproximadamente 18 meses.

4.7.3 Desfile de Tubos

Após a abertura da vala, os tubos são transportados para o local da instalação. Esse processo envolve o posicionamento dos tubos ao longo da vala, garantindo que estejam prontos para a próxima etapa.

4.7.4 Alinhamento da Tubulação

Os tubos são alinhados e posicionados corretamente na vala para assegurar que a instalação siga as especificações do projeto. O alinhamento adequado é crucial para garantir a integridade e a eficiência do gasoduto.

4.7.5 Solda da Tubulação

As seções dos tubos são unidas por soldagem, criando uma conexão contínua e estanque. Este processo deve ser realizado com precisão para evitar vazamentos e garantir a segurança da operação. Nas juntas soldadas, serão instalados equipamentos para fornecerem dados sobre o potencial elétrico durante sua operação.

4.7.6 Abaixamento da Tubulação

Após a soldagem, os tubos são cuidadosamente abaixados para dentro da vala. Este procedimento é feito com maquinários e deve ser conduzido com cuidado para evitar danos aos tubos e garantir que eles estejam bem-posicionados.

4.7.7 Cobertura da Vala

A vala é então preenchida com o material retirado durante a escavação. Este material é compactado para assegurar que o terreno seja restaurado adequadamente e que o gasoduto esteja protegido.

4.7.8 Revegetação

Após a retirada de todo material e resíduo de construção, em áreas onde o solo foi perturbado, é realizada a revegetação utilizando gramíneas para prevenir a erosão. O trabalho de reconstituição dos terrenos, será executado por equipe especializada, realizado de acordo com as diretrizes do Plano de Recomposição de Faixa, até que toda a área esteja satisfatória para os proprietários e os órgãos responsáveis.

4.7.9 Curvas de Nível

Em locais de declive, serão construídos terraços de contenção para prevenir a degradação do solo e minimizar a erosão. Essas estruturas formam barreiras que retardam o escoamento da água, permitindo maior infiltração e estabilizando o terreno. Tais medidas são fundamentais para proteger a integridade da instalação e garantir a segurança da área ao redor do gasoduto.

4.7.10 Instalação de Balizadores de Madeira e Delimitadores de Faixa

Balizadores de madeira e delimitadores de faixa são instalados ao longo do percurso do gasoduto para sinalizar sua localização e facilitar a identificação futura.

4.7.11 Placas e Fitas de Sinalização

Placas e fitas de sinalização são colocadas ao longo do gasoduto para informar sua presença e alertar sobre a necessidade de cuidados especiais.

A



B



C



D



E



F



G



H


17 3 2006

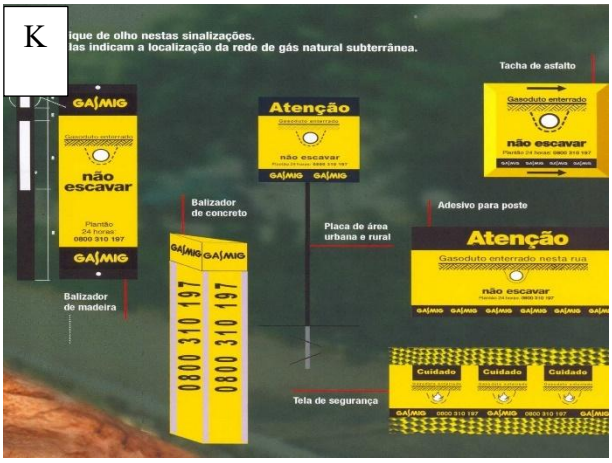
I


27 12 2005

J


GASMIG

K


ique de olho nestas sinalizações.
las indicam a localização da rede de gás natural subterrânea.
Tacha de asfalto
Gasoduto enterrado
não escavar
Atenção
não escavar
GASMIG
Balizador de concreto
Placa de área urbana e rural
Adesivo para poste
Atenção
Gasoduto enterrado nesta rua
não escavar
Balizador de madeira
0800 310 197
Cuidado
Cuidado
Cuidado
Tela de segurança

L



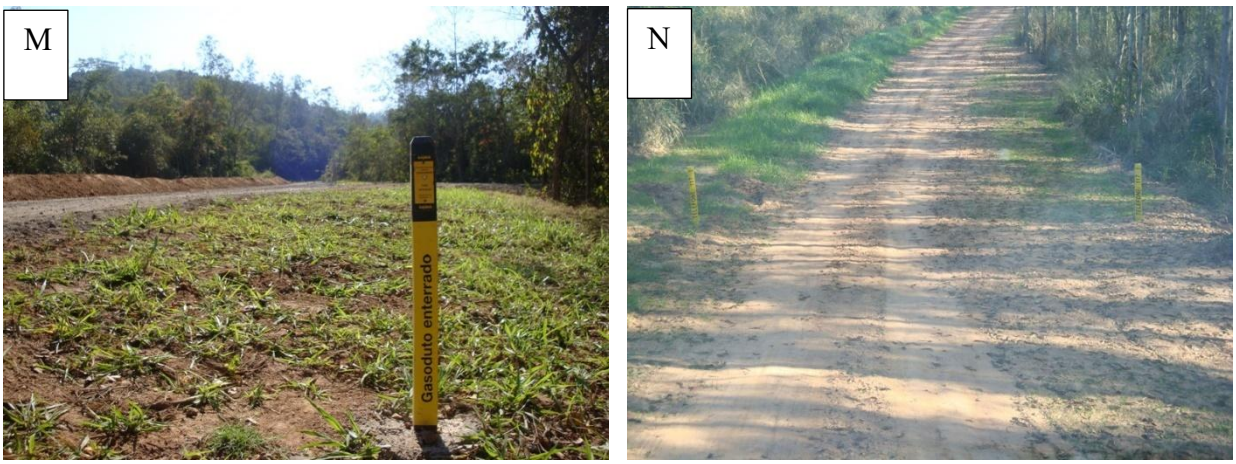


Figura 52. (A) abertura da vala, (B) desfile de tubo, (C) alinhamento da tubulação, (D) solda da tubulação, (E) tubulação soldada, (F) abaixamento da tubulação, (G) cobertura da vala, (H) revegetação, (I) curvas de nível, (J) anexação de tubulação a pontes, (K) placas de sinalização, (L) fitas de sinalização, (M e N) balizadores de madeira.
Fonte: GASMIG, 2024.

4.7.12 Instalação em Travessias de Cursos d'água

Para realizar travessias de cursos d'água, a pista de trabalho deve ser configurada de forma que não altere o regime hidráulico, assegurando que a vazão das águas permaneça livre e desobstruída. O processo começa com a abertura de uma vala no leito do rio, onde será instalada a tubulação. Essa tubulação deve ser previamente lastreada para garantir sua estabilidade.

Antes de iniciar a instalação, é necessário realizar um levantamento batimétrico do leito do curso d'água para determinar sua profundidade e características. Após a abertura da vala, a tubulação é posicionada e ajustada ao formato do leito do rio. Em seguida, a tubulação é envelopada com concreto para criar um lastro que oferece proteção mecânica. A tubulação é então abaixada na vala.

Após o abaixamento e o fechamento da vala, um novo levantamento batimétrico deve ser feito para confirmar que a profundidade requerida foi atingida e que a instalação está conforme as especificações. Em áreas onde o gasoduto cruza pontes ou outras estruturas elevadas, a tubulação é fixada e anexada à estrutura para garantir segurança e estabilidade.

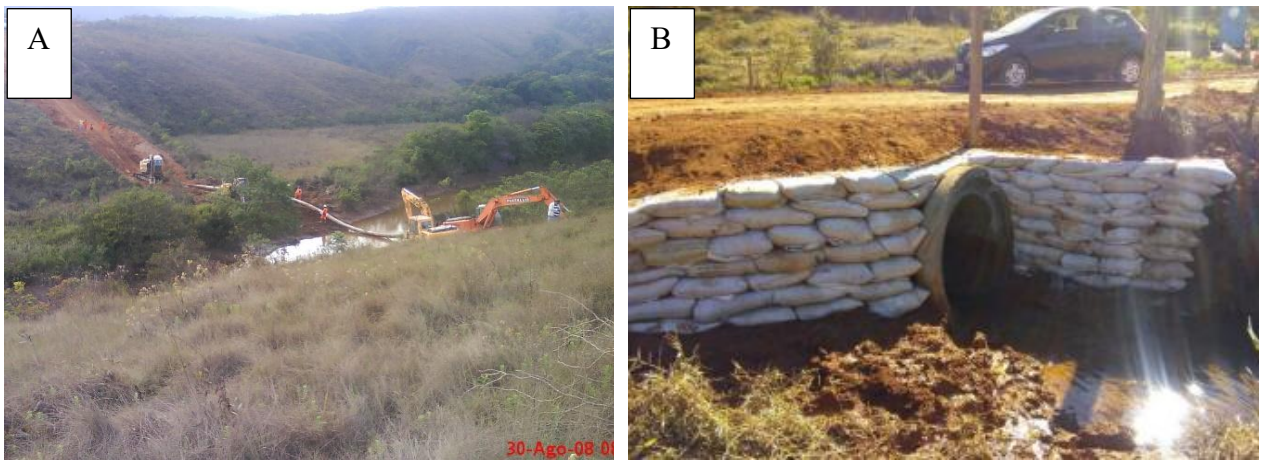


Figura 53. (A e B) Detalhes de travessia em cursos d'água.
Fonte: GASMIG, 2024.

Caso a abertura da vala não seja viável para a travessia, pode-se utilizar a técnica de furo direcional. Essa alternativa permite a instalação da tubulação sem escavação direta no leito do rio e é utilizada para travessias de cursos d'água de médio e grande porte, especialmente quando o cruzamento é muito longo. Para sua execução, são necessários os seguintes dados:

- Perfil longitudinal da travessia, determinando os raios mínimos de curvatura.
- Características geológicas e geotécnicas do solo.
- Condições e serviços disponíveis na área da travessia.

O equipamento utilizado inclui uma torre de perfuração móvel, um macaco hidráulico e guias, com barras de perfuração unidas por roscas. O processo é composto pelos seguintes passos:

- **Posicionamento e Ajuste**: O equipamento é posicionado e inclinado até que a barra de perfuração atinja o ângulo desejado. A barra possui uma cabeça de perfuração com motor acionado pela lama bentonítica.
- **Perfuração**: A haste da broca penetra o solo, impulsionada pelo macaco hidráulico.
- **Introdução do Tubo de Maior Diâmetro**: Após perfurar uma certa distância, um tubo maior é inserido para manter a integridade do furo e servir como guia para as barras de perfuração. Este tubo é introduzido por rotação.
- **Continuação da Perfuração**: O processo é repetido até a conclusão da travessia.
- **Ampliação do Furo**: Ao final da travessia, as hastes são removidas e um tubo maior é deixado. Do lado oposto, uma coroa de corte de maior diâmetro é conectada e tracionada através do furo para expandir seu diâmetro.

- **Instalação da Tubulação**: A tubulação da SDGN é puxada através do furo com um guincho.

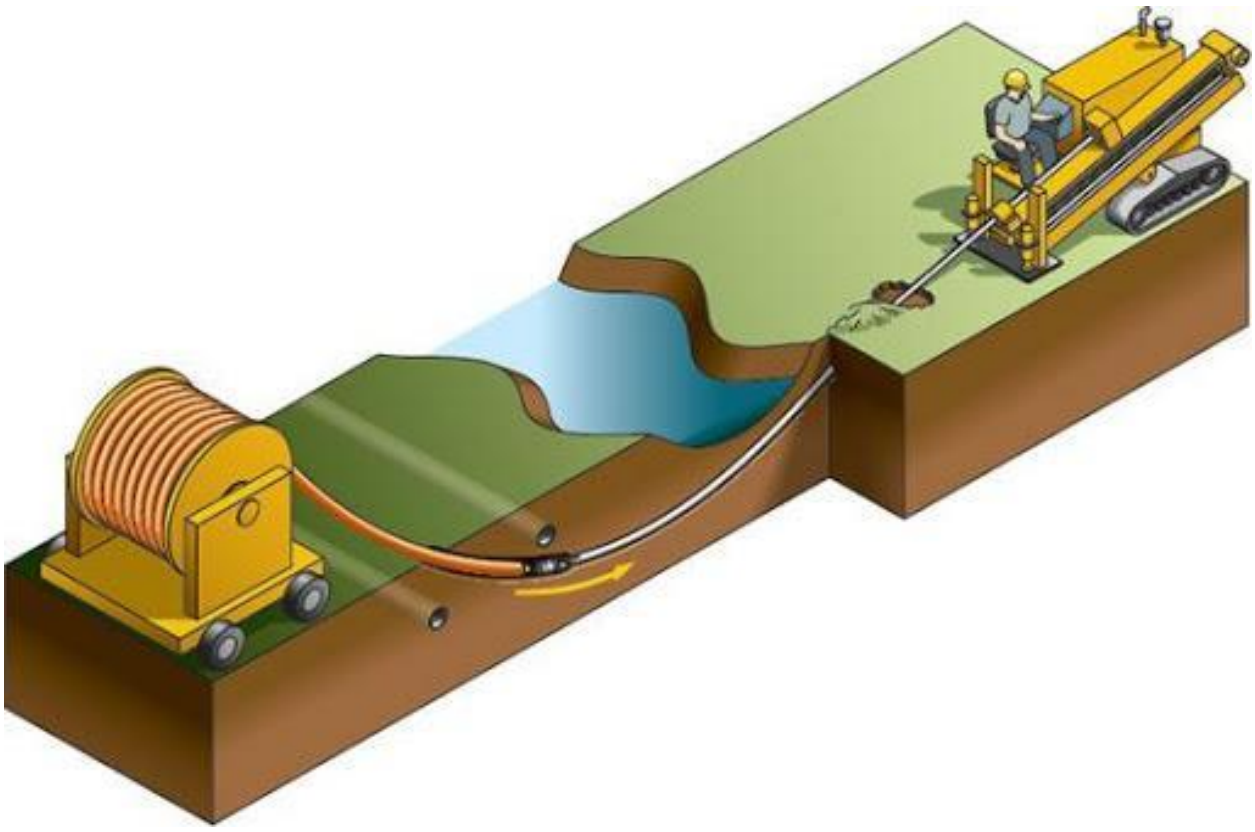


Figura 54. Imagem ilustrativa da técnica do furo direcional.
Fonte: Unsplash, 2024.

4.8 Teste de Estanqueidade

Após a instalação da tubulação e seu recobrimento, procede-se com os testes de resistência hidráulica e vedação. Para realizar o teste, a tubulação é preenchida com água sob pressão, e equipamentos de medição são posicionados ao longo do tubo para monitorar a pressão da água. A empresa responsável pelas obras deverá providenciar a devida regularização da captação de água, caso esta não seja proveniente de uma concessionária local ou adquirida de pontos já devidamente outorgados.

Após a conclusão do teste, a água é drenada da tubulação. Em seguida, são introduzidos pistões ou espumas em intervalos regulares. Estes, deslocados por ar, auxiliam na dispersão da água restante dentro do tubo, facilitando sua evaporação. Toda a água utilizada nos testes é recolhida e descartada conforme as legislações ambientais aplicáveis.

4.9 Operação

O SDGN Linha Tronco Extrema - Pouso Alegre é classificado como um gasoduto de distribuição de acordo com a Lei nº 11.909, de 4 de março de 2009, revogada pela Lei nº 14.134 de 8 de abril de 2021. Isso se deve ao fato de que o gasoduto realiza a movimentação de gás natural desde instalações de processamento, estocagem ou outros gasodutos de transporte até os pontos de entrega. No caso de Minas Gerais, a Gasmig, concessionária estadual, recebe o gás natural da transportadora e é responsável pela distribuição no estado. Esta operação inclui a utilização de estações de compressão, medição, redução de pressão e entrega aos consumidores finais.

Para a operação eficiente desse sistema, é essencial monitorar as distribuições de pressão e vazão ao longo do sistema durante um período específico, bem como as vazões programadas nos pontos de entrega e recebimento, conforme estipulado nas condições contratuais.

O SDGN funcionará com um "pulmão" de gás, que é um volume adicional temporário de gás armazenado para garantir a flexibilidade operacional do sistema. Esse pulmão permite acomodar variações no recebimento, nos pontos de entrega ou em equipamentos. Assim, um maior volume de pulmão proporciona maior flexibilidade ao sistema, considerando que pulmão máximo disponível representa a capacidade máxima de flexibilidade do sistema. O volume máximo de gás que pode ser distribuído por este empreendimento é de até 306 mil metros cúbicos por dia (m^3/dia).

4.10 Caracterização das Intervenções

Na região analisada, foram avaliadas as ocorrências de intervenção em remanescentes de vegetação e em Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo do traçado proposto para a instalação do gasoduto. As áreas dessas ocorrências foram calculadas com precisão.

Para examinar a sobreposição com fragmentos florestais da Mata Atlântica e APPs, foram utilizados os softwares QGIS e Google Earth Pro. Além disso, foram consultados dados da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema) para obter informações sobre hidrografia, essenciais para a definição das faixas de APP.

Com todas as APPs e trechos de vegetação mapeados e delimitados, a área de cada fragmento foi calculada usando a ferramenta "calculadora de campo" do QGIS. Os cálculos foram realizados no sistema de coordenadas UTM, fuso 23S, e Datum SIRGAS2000.

A supressão de remanescentes florestais prevista ao longo dos 119,5 km do traçado do

gasoduto será de 137,5757 hectares (4,3811 ha de Floresta Ombrófila Densa 2,8651 ha de Floresta Estacional Semidecidual e 130,3295 ha de Árvores Isoladas distribuídos ao longo de todo o trajeto do gasoduto). Informações detalhadas sobre o tipo de vegetação, os processos produtivos planejados e as estimativas de quantidade e volumes estão descritas no Plano de Intervenção Ambiental (PIA). As compensações para as intervenções são abordadas na Proposta de Compensação por Intervenções Ambientais e no Projeto de Recomposição de Áreas Degradadas e Alteradas (PRADA), ambos anexados ao estudo.

5. ÁREA DE ESTUDO

No presente documento, foram propostas como áreas de estudo os espaços que serão ocupados pelas estruturas do empreendimento, bem como as regiões que poderão ser impactadas pelos efeitos socioambientais decorrentes da instalação e operação do gasoduto. A determinação dessas áreas exige um entendimento detalhado da tipologia e da natureza do empreendimento em questão, pois somente com esse conhecimento é possível identificar as atividades e ações que poderão afetar os diversos componentes ambientais e sociais ao longo das diferentes fases do projeto.

A definição dessas áreas de estudo é um passo fundamental no diagnóstico ambiental, pois serve como guia para as atividades de todas as disciplinas envolvidas na elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Essas áreas delimitam o escopo do trabalho, orientando os especialistas sobre onde concentrar suas análises e avaliações. Além disso, o estudo das áreas de influência permite uma compreensão mais abrangente dos efeitos espaciais tanto benéficos quanto adversos que o empreendimento pode gerar, possibilitando a adoção de medidas preventivas e mitigadoras adequadas.

Adicionalmente, a definição das áreas de estudo leva em consideração o inciso III do Art. 5º da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Essa resolução estabelece que, para a elaboração de estudos de impacto ambiental, é obrigatório delimitar geograficamente as áreas que serão direta e indiretamente afetadas pelos impactos. É imprescindível, nesse processo, considerar as bacias hidrográficas em que o empreendimento se insere, pois estas desempenham um papel crucial na dinâmica ambiental da região.

Nesse contexto, foram delineadas configurações específicas das áreas geográficas que poderão ser afetadas, tanto de forma direta quanto indireta, pelos impactos potenciais do empreendimento. Essas configurações são essenciais para assegurar que todas as possíveis

influências do gasoduto, sobre os componentes físicos, biológicos e socioeconômicos, sejam cuidadosamente avaliadas e gerenciadas. A abordagem detalhada dessas áreas permitirá que o diagnóstico ambiental seja conduzido de forma precisa, garantindo a identificação de todos os riscos e benefícios, e proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões que promovam a sustentabilidade e a minimização de impactos negativos.