

### 3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

#### 3.1. MEIO FÍSICO

##### 3.1.1. CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

A área de abrangência do traçado do GASCAV é influenciada por um clima classificado como AW, segundo a classificação climática de Köppen, caracterizando-se por ser um clima quente e úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, e algumas regiões com tipo climático Am, tropical úmido sem estação seca pronunciada (Figura 3).

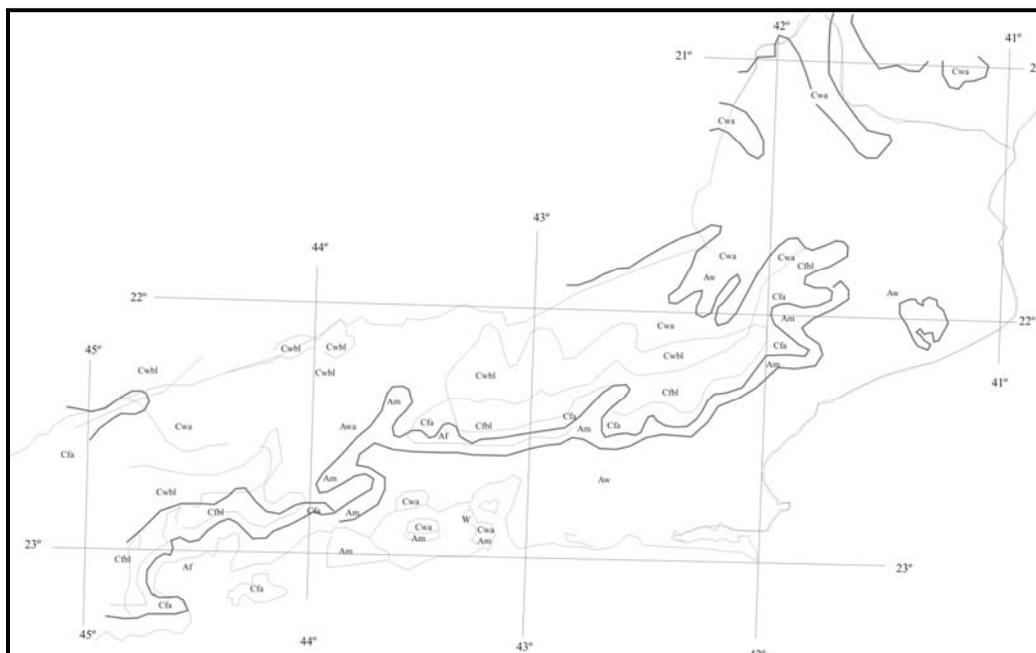


Figura 3: Classificação climática segundo Köppen.

A região atravessada pelo gasoduto localizada entre Cabiúnas e Vitória segue o traçado da BR-101, não alcançando relevos superiores a 300 metros (exceto na região de Guarapari), podendo ser considerada como zona litorânea de influência do mar, tendo à oeste as serras Caparaó e Castelo da orografia de Minas Gerais.

A análise climatológica baseou-se em dados de estações meteorológicas localizadas nos

municípios ou localizadas em municípios vizinhos.

Os principais elementos climatológicos são analisados a seguir.

*Temperatura*

a) Rio de Janeiro

No Estado do Rio de Janeiro, os municípios sob a influência do GASCAV, localizam-se no norte fluminense – Macaé, Carapebus, Quissamã, Campos e São Francisco de Itabapoana.

O clima caracteriza-se por ser tropical quente, de acordo com o regime térmico, com temperaturas mínimas não inferiores a 20°C, sofrendo maior influência pela proximidade com o mar. A influência marítima e relevo são os principais fatores que determinam o clima da região. Pelas Figuras 4 e 5, verifica-se o comportamento da temperatura média anual. O trimestre com maiores temperaturas ocorre de janeiro a março e as mínimas de junho a agosto, atingindo temperatura mínima média não inferior a 20,6°C.

As temperaturas mínimas diárias verificam-se após a passagem da frente fria de origem subpolar, sob ação do anticiclone polar (Nimer, 1989).

A amplitude térmica anual, definida como a diferença entre as temperaturas médias do mês mais quente e do mês mais frio, é relativamente reduzida, variando de 6 a 7°C.

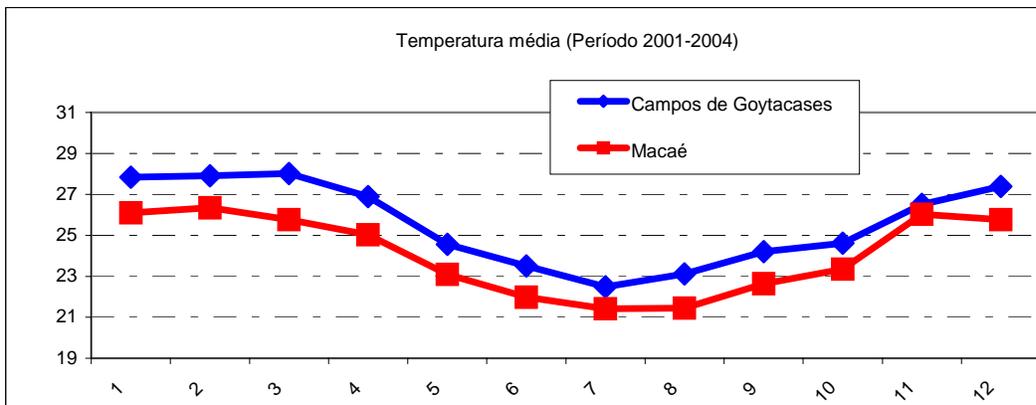


Figura 4: Temperaturas médias registradas (RJ) no período 2001-2004 (INMET).

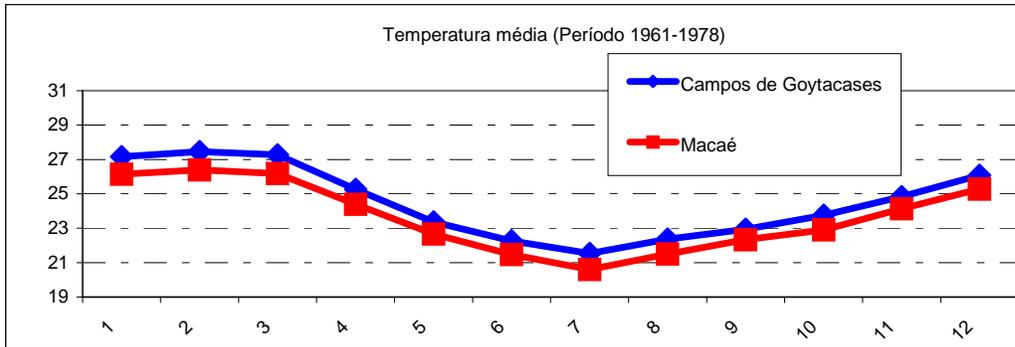


Figura 5: Temperaturas médias registradas (RJ) no período 1961-1978 (INMET).

b) Espírito Santo

Pelas Figuras 6 e 7, verifica-se o comportamento da temperatura média anual na capital do Estado do Espírito Santo - Vitória. Nesse Estado, a temperatura média anual ultrapassa 24° C. O período com médias menores de temperatura é registrado entre os meses de junho a agosto e as maiores médias de temperatura registram-se nos meses de janeiro a março.

A amplitude térmica situa-se entre 6 e 7° C.

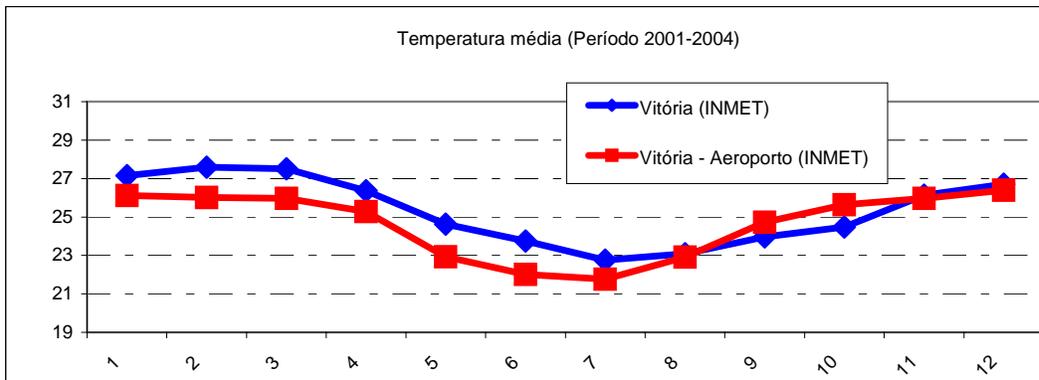


Figura 6: Temperaturas médias registradas (ES) no período 2001-2004 (INMET).

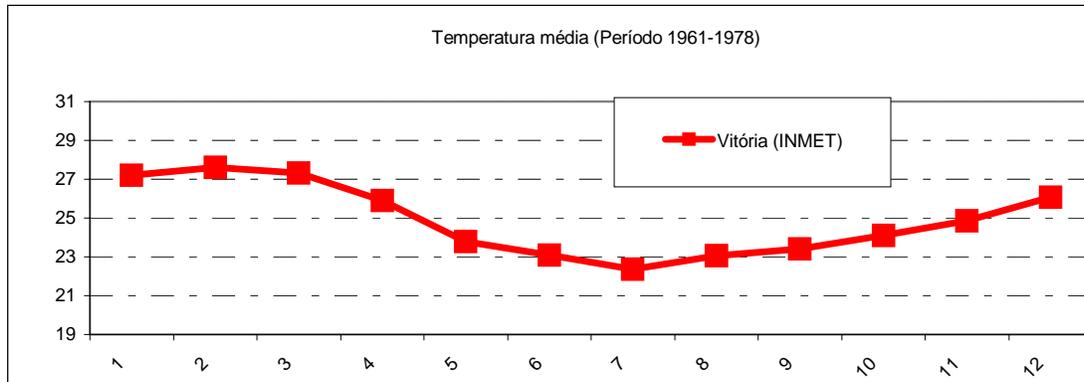


Figura 7: Temperaturas médias registradas (ES) no período 1961-1978 (INMET).

### Precipitação

#### a) Rio de Janeiro

O regime pluviométrico regional é característico dos climas tropicais quentes, em que os períodos chuvosos ocorrem no solstício do verão e os mais secos no solstício de inverno. Verifica-se também a ocorrência de concentração da precipitação em poucos meses (conforme Figura 8, extraída de Nimer - pg 293). As Figuras 9 e 10 resumem a ocorrência pluviométrica nas estações meteorológicas de Campos de Goytacases e Macaé, observando-se que a estação chuvosa ocorre no trimestre novembro a janeiro.

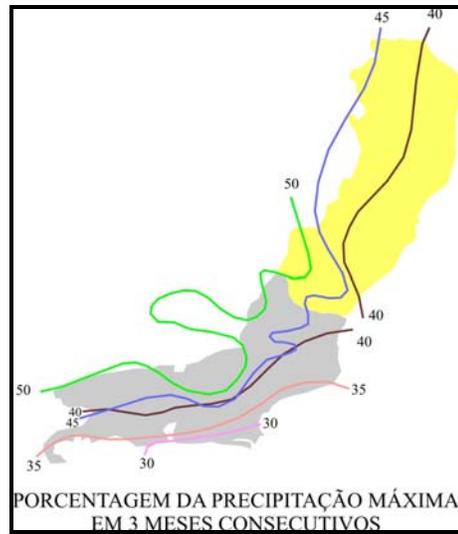


Figura 8: Porcentagem de precipitação máxima trimestral (Nimer, 1989).

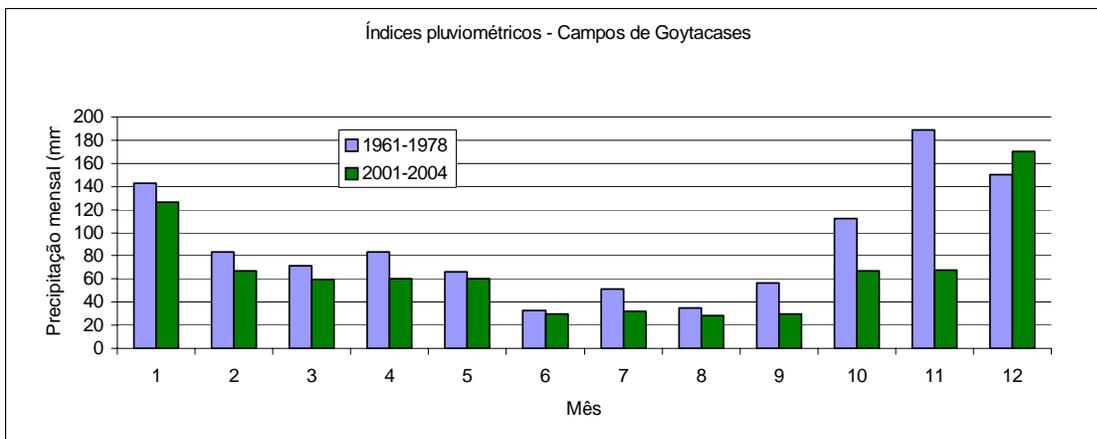


Figura 9: Índices pluviométricos – Campos de Goytacases (CPTEC).

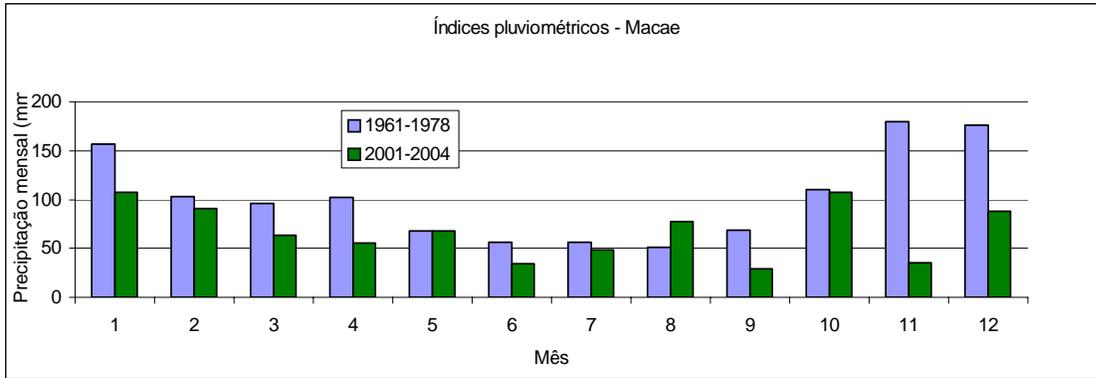


Figura 10: Índices pluviométricos – Macaé (CPTEC).

b) Espírito Santo

O relevo e a exposição das serras influem fortemente na distribuição das chuvas do Estado do Espírito Santo. Na parte norte, a precipitação anual decresce no litoral para o interior de 1.400 até 750 mm.

Na latitude de Vitória, a precipitação cresce do litoral para o interior desde 1.000 até 1.750 mm.

De maneira geral no trimestre outubro a dezembro é o mais chuvoso e o trimestre menos chuvoso ocorre de maio a julho.

*Umidade Relativa do Ar*

a) Rio de Janeiro

A distribuição da umidade relativa do ar é irregular na região devido à influência do relevo e do regime dos ventos.

Nas proximidades da Estação de Distribuição de Campos de Goytacazes e no trecho de Cabiúnas até a proximidade de Carapebus, a umidade relativa atinge valores entre 75 e 79%.

b) Espírito Santo

Na região norte do Espírito Santo a umidade relativa do ar decresce do litoral para o interior, variando de 84% a 82%. No sul, cresce do litoral para o interior de 80% para 85%.

*Ventos*

a) Rio de Janeiro

Na região norte-fluminense verifica-se maior frequência dos ventos de nordeste com velocidade bastante expressiva, oriundos do centro anticiclônico semipermanente do Atlântico Sul (Figura 11). Este comportamento varia de acordo com a continentalidade e relevo, segundo o Atlas Eólico a distribuição no Estado está ilustrada na Figura 12.

A velocidade média dos ventos na direção predominante (NE) com frequência de 27%, conforme observado na Estação Campos.

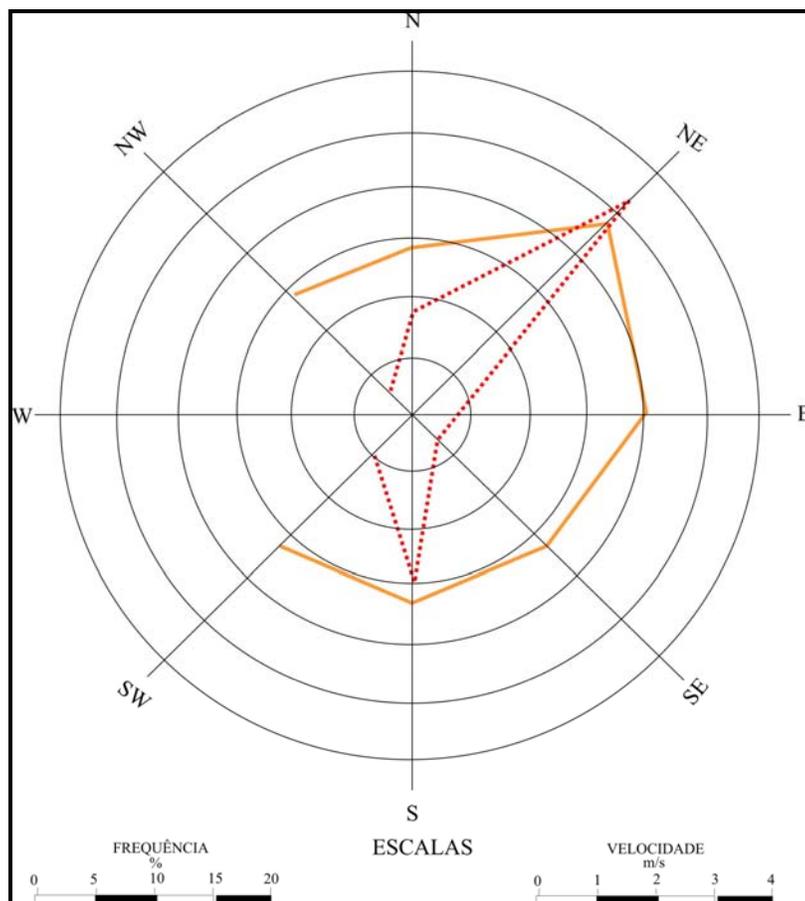


Figura 11: Rosa dos ventos – Campos.

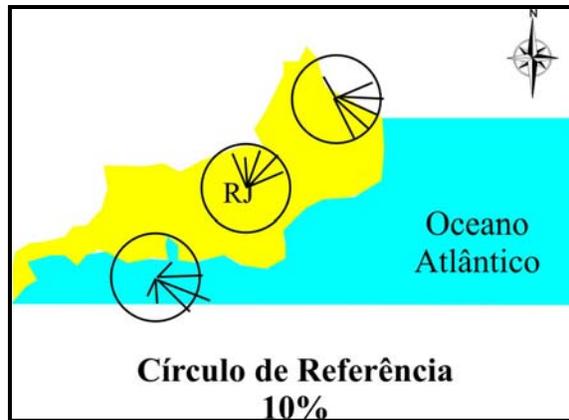


Figura 12: Distribuição dos ventos predominantes no RJ (Mapa Eólico).

b) Espírito Santo

O regime normal dos ventos é de NE a NW, mas no verão surgem ventos de N a NW. Verifica-se que a predominância deste é determinada pela proximidade marítima. A distribuição dos ventos é demonstrada na Figura 13.

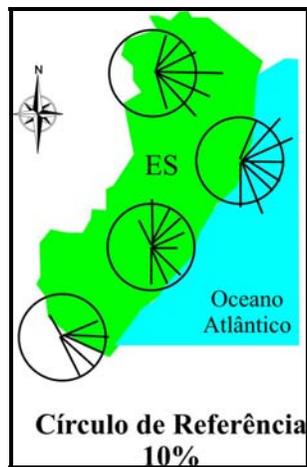


Figura 13: Distribuição dos ventos predominantes no ES (Mapa Eólico).

### 3.1.2. QUALIDADE DO AR

As condições meteorológicas são determinantes na dispersão da pluma de poluentes atmosféricos. Os parâmetros físicos do ar formam classes de estabilidade que podem favorecer ou dificultar o transporte e a diluição desses poluentes, diminuindo ou aumentando a concentração de cada poluente existente na região em análise.

No Estado do Rio de Janeiro, o acompanhamento da qualidade do ar é feito através de um número muito reduzido de Estações de Amostragem.

A FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente vem realizando o monitoramento do ar no Estado do Rio de Janeiro.

Portanto, na área de influência do GASCAV, o único município incluído nesse monitoramento é Campos, incluído na região do Norte Fluminense. Sendo assim, o diagnóstico da qualidade do ar na Área de Influência no Estado do Rio de Janeiro se restringe a dados desse município.

Vale lembrar que o GASCAV atravessa uma região rural, onde é boa a qualidade do ar.

O padrão de qualidade do ar para partículas em suspensão é uma concentração média geométrica anual de 80 mg por metro cúbico, e uma concentração máxima diária de 240 mg por metro cúbico, que não deve ser excedido mais de uma vez ao ano (Resolução CONAMA nº 03/90).

Para o Estado do Rio de Janeiro, segundo relatórios da FEEMA apontam-se causas da violação de parâmetros de qualidade do ar na região de Campos e a queima de canaviais para desfolhamento, que ocorre nos entre os meses de julho a dezembro. Os parâmetros que se alteram são partículas totais em suspensão, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio. Soma-se a esta fonte a contribuição das usinas de álcool, pela queima do bagaço de cana, queima de enxofre em fornos (denominados enxofreiras), lagoas de estabilização do vinhoto e aspersão com vinhoto para a fertilização do solo.

A economia da região norte fluminense baseia-se no setor primário em sua maioria na atividade canavieira. Também em Campos ocorre a maior concentração da atividade industrial de álcool e açúcar da região.

Atualmente, verifica-se que o ar na região de Campos apresenta qualidade boa a regular, dependendo da localização da estação de monitoramento no município.

Para o Estado do Espírito Santo, a SEAMA (Secretaria do Estado para Assuntos do Meio Ambiente), mantém na região da Grande Vitória (que abrange os municípios de Serra, Cariacica, Vila Velha e Viana) a Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar,

que mede as concentrações dos seguintes poluentes: material particulado (PTS), partículas inaláveis com 14 diâmetro menores que 10 (dez) microns ( $PM_{10}$ ), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ ), hidrocarbonetos (HC), ozônio ( $O_3$ ), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC), além de parâmetros meteorológicos. Durante o ano de 2003, a qualidade do ar da Grande Vitória pôde ser classificada como “boa” de acordo com os padrões estabelecidos pelo CONAMA, pela Resolução nº 03 de junho de 1990 aos poluentes acima citados exceto HC que não tem padrão de Qualidade do Ar.

Não houve violação dos padrões das concentrações poluentes atmosféricos de longo (anual) e de curto período (horário e diário) medidos pela Rede Automática. Deve-se considerar violação de padrão quando os valores de IQA (Índice de Qualidade do Ar) ultrapassam o nível de regular, ficando entre inadequada e emergência, isto é, valor de IQA acima de 100.

Os outros municípios da Área de Influência do GASCAV no Estado do Espírito Santo situam-se em área rural, onde a qualidade do ar é considerada boa e não foram encontrados dados de medições.

### **3.1.3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E GEOTECNIA**

#### **3.1.3.1 Geologia**

##### **METODOLOGIA**

A metodologia desenvolvida neste diagnóstico divide-se em quatro etapas. Na primeira, foram levantadas e consolidadas as bases cartográficas existentes, principalmente os mapas geológicos do DRM (1997), do RADAM-BRASIL (MME/SG, 1983), e da CPRM (2000). Em seguida, foram interpretadas e analisadas as imagens de satélite e fotos aéreas disponíveis, identificando-se e delimitando-se as unidades geológicas presentes. A partir do resultado destas análises, o trabalho de campo foi realizado com o objetivo de verificar e correlacionar os aspectos observados com as unidades identificadas na etapa anterior, caracterizando os materiais, processos e fatores condicionantes do risco e susceptibilidade a movimentos de massa/inundações na área diretamente afetada pelo Gasoduto. Por fim, foram analisados e correlacionados os dados referentes às novas variantes com aqueles do traçado anterior, permitindo uma comparação entre as características de cada diretriz e os ganhos com a nova alternativa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Unidades Geológicas da Área de Influência Indireta

Na Área de Influência Indireta do GASCAV foram identificadas e caracterizadas as seguintes unidades geológicas (ver Figura 14):

Unidades Metamórficas, de idade pré-Cambriana, que não constituem unidades litológicas em si, mas sim associações de tipos de mesmo grau de metamorfismo e/ou migmatização. Em algumas dessas associações, predomina um determinado tipo de rocha, em outras, não; seu conjunto forma as serras e maciços presentes na faixa do gasoduto.

Granitóides, atribuídos ao ciclo Brasileiro, que constituem uma variedade de tipos petrográficos, de ácidos a básicos. Essas Unidades formam os plútons, de relevo conspícuo e diferenciado, presentes, sobretudo, na região do Espírito Santo.

Sedimentos Terciários do Grupo Barreiras, que compõem um relevo de interflúvios tabulares e colinas semi-arredondadas.

Sedimentos Marinheiros, Deltaicos e Flúvio-lacustres, de idade holocênica, que se distribuem ao longo da baixada costeira, das diversas planícies aluvionares e do complexo deltaico do Paraíba do Sul, no noroeste do Rio de Janeiro.

#### 1) Unidade Metamórfica

Corresponde ao Grupo Paraíba do Sul (DRM/INPE, 1977), de ocorrência restrita na faixa do gasoduto dentro do Estado do Rio de Janeiro, e ao seu correspondente no domínio do Espírito Santo, o Complexo Paraíba do Sul (CPRM, 1992) - que aflora em toda a porção oriental da faixa do GASCAV, com suas variedades litológicas e estruturais. De idade proterozóica, essa unidade é constituída por gnaisses bandados, por vezes laminados, cujas faixas e/ou bandas variam de espessura entre 1 e 5 cm, e se alternam em faixas claras, mais quartzo-feldspáticas, e faixas escuras, mais biotíticas e anfibolíticas. Não se dispõe de dados estruturais de detalhe, no entanto, um lineamento estrutural NW é bem marcado.

As rochas dessa unidade tendem a desenvolver um solo residual espesso, de boas características geomecânicas.

#### 2) Granitóides

São corpos diferenciados, alguns de dimensões batolíticas, cuja origem é interpretada como ligada à fase tardia ou pós-tectônica do ciclo Brasileiro.

Ocorrem na Área de Influência do gasoduto, às margens da BR-101, próximo à localidade de Ururaí, no Estado do Rio de Janeiro, e no Estado do Espírito Santo. Afloram, principalmente, na região a oeste de Guarapari, persistindo em direção norte até a região da Grande Vitória.

São corpos arredondados, com estrutura fracamente orientada, e morfologia típica de pães-de-açúcar; tendem a formar uma faixa de direção norte-nordeste concordante à direção estrutural dos gnaisses subjacentes. Sua composição varia de granitóides cálcio-alcalinos a alcalinos metaluminosos. São, na região, explorados para uso como rocha ornamental.

Nas porções mais superficiais desses corpos, desenvolvem-se fraturas de alívio, que provocam a instabilidade de blocos ou lascas, conforme a orientação. Nos sopés dessas encostas, sempre declivosas, formam-se depósitos de tálus, de características bastante heterogêneas e qualidades geotécnicas não muito boas.

Eventualmente, apresentam-se solos rasos, pouco evoluídos, caracterizados por uma fina camada arenoso-orgânica em contato direto com a rocha pouco ou moderadamente alterada. São áreas críticas, geotecnicamente susceptíveis a escorregamentos e quedas.

### 3) Sedimentos Terciários do Grupo Barreiras

O Grupo Barreiras, na Área de Influência do gasoduto, distribui-se em superfície, seguindo uma faixa alongada de direção norte-sul, situando-se entre o embasamento cristalino e os depósitos quaternários da baixada costeira.

A partir da planície do rio Itabapoana até a Grande Vitória, essa faixa se estreita e em parte é encoberta por aluviões. Em direção ao mar, esses tabuleiros sedimentares são barrados por cordões litorâneos ou atingem a costa recortados em falésias, com poucos metros de altura.

Os sedimentos do Grupo Barreiras são formados por leitos de arenitos e arenitos argilosos laterizados, com areia quartzosa, sem a presença de estratificação cruzada, o que evidencia um processo de circulação de águas em condições climáticas severas.

A gênese desses materiais está associada ao intemperismo e erosão das rochas gnáissicas do complexo cristalino situado na porção oriental da área. A proximidade da área-fonte e a brevidade do processo foram determinantes para que as correntes responsáveis pelo transporte dos sedimentos não conseguissem selecionar os elementos petrográficos e não formassem estruturas sedimentares.

A canga laterítica, comum na parte superior dessa unidade, propicia o desenvolvimento

de sulcos e ravinas, sobretudo nos terrenos de encostas, acelerando os processos erosivos atuantes.

#### 4) Sedimentos Quaternários da Baixada Costeira

São sedimentos marinhos, deltaicos e flúvio-lacustres, de idade holocênica, que estão associados aos ambientes relacionados às últimas regressões marinhas.

Esses sedimentos quaternários distribuem-se ao longo da baixada costeira, estando relacionados, na porção sul da Área de Influência do GASCAV, ao desenvolvimento do sistema deltaico do Paraíba do Sul. Nesta área, terraços antigos, formados por depósitos flúvio-lacustres e restingas locais, são representados por argilas e siltes, micáceos, com a presença de areias quartzosas, mal selecionadas, com granulometria variando de média a grossa. Ao sul e a leste, aparecem extensos depósitos de cordões de praia, resultantes do retrabalhamento dos sedimentos fluviais pelo mar. Finalmente, ocorrem os sedimentos mais recentes, compostos de depósitos em planícies de inundação e em ambientes lacustres. Esses últimos sucedem-se em todas as calhas de rios e depósitos de lagos e lagoas ao longo de toda a faixa do gasoduto.

Os sedimentos fluviais, como já descritos, são constituídos por argilas e siltes, com areias quartzosas, branco-amareladas, pouco selecionadas, de granulometria média a grossa e subangulares, típicas de canal fluvial.

Os sedimentos de origem lacustre, presentes na área de entorno da Lagoa Feia e da Lagoa das Pedras, no Estado do Rio de Janeiro, são representados por argilas plásticas, de coloração escura e alto teor de matéria orgânica, associada, por vezes, a depósitos típicos de pântanos e áreas brejosas, onde ocorre a turfa, material essencialmente orgânico, de coloração escura. Com elevado teor em umidade, essas argilas são altamente compressíveis.

No caso dos depósitos fluviais, sua área de ocorrência é susceptível a inundações periódicas. As argilas orgânicas, por outro lado, são argilas moles, altamente colapsíveis, o que pode originar problemas de recalques diferenciais.

#### Recursos Minerais da Área de Influência Indireta

O levantamento das interferências de áreas requeridas para atividades minerárias com a Área de Influência Indireta do GASCAV foi feito, junto ao DNPM, através de consulta aos Overlays de Controle de Áreas e do PROSIG – Programa Sistemático de Informações Geológicas.

Os overlays indicaram 45 áreas de interferência, das quais 32 puderam ser levantadas através do PROSIG (ver Figura 15).

Na Área de Influência do Gasoduto foram levantados 10 requerimentos protocolizados referentes à substância granito, seis à areia, três à argila, sete à turfa, dois a titânio, e um referente, respectivamente, a sapropelito, mica, água mineral e feldspato/caulim/quartzo.

Em relação à situação legal das áreas requeridas, 10 processos obtiveram o diploma de Alvará de Pesquisa, 8 processos têm o licenciamento autorizado para lavra de granito (1), areia (5) e argila (2), e os demais estão na fase de requerimento de pesquisa visando a necessária autorização. Entre os processos analisados, 2 (titânio) tiveram o requerimento suspenso por pedido de desistência, um foi arquivado (sapropelito) e 6 foram indeferidos, o que deverá resultar em áreas livres.

Sob a influência direta do traçado do Gasoduto encontram-se as seguintes áreas: processos nºs 84890027, 84890036, 84890287, 94890724, 94890855, 95890039 e 96890002. Deve-se destacar a proximidade do traçado básico do Gasoduto das áreas de exploração de granito na Serra da Itaoca (Campos, RJ), da lavra de areia do leito do Rio Paraíba do Sul (RJ), e das saibreiras nos limites da Grande Vitória (ES).

[Devido a característica da obra, não existe previsão de utilização de jazidas no GASCAV.](#)

Excluído: ¶

### 3.1.3.2 Geomorfologia

#### METODOLOGIA

Excluído: ¶

A metodologia adotada neste trabalho pode ser dividida em 4 momentos distintos. O primeiro foi a revisão das informações já existentes, com especial atenção para as cartas geomorfológicas do RADAM-BRASIL (MME/SG, 1983). A seguir foram analisadas as imagens de satélite e fotos aéreas disponíveis, identificando-se de forma expedita os compartimentos morfológicos existentes, bem como os pontos notáveis mais significativos. A partir deste material foi realizado o trabalho de campo, procurando-se caracterizar, “*in situ*”, as unidades e pontos identificados na fase anterior. Finalmente, os dados foram transpostos sobre as cartas 1:50.000, simultaneamente à confecção de um mapa morfológico baseado na interpretação das informações contidas nestas cartas (topografia, drenagem, manchas florestais, áreas inundáveis).

#### *Características Gerais da Geomorfologia Regional*

A área entre as cidades de Campos e Vitória, do mar ao planalto brasileiro, que engloba a área de influência do empreendimento, apresenta basicamente seis tipos de “zonas

fisiográficas” (entendidas como regiões com um tipo de relevo semelhante) (ver Figura 16). São elas:

- SERRAS, compostas por relevos de grande altitude, vales profundos e encaixados, cristas e afloramentos rochosos, que ocupam toda a área oeste da região;
- SERRAS ISOLADAS apresentam as mesmas características fisiográficas que o tipo anterior, mas com uma menor altitude, estando separadas dos corpos principais por regiões colinosas ou planícies fluviais;
- COLINAS e TABULEIROS apresentam a mesma fisiografia, com topos planos e “vales afogados”, sendo que as colinas apresentam maiores altitudes estando sobre terrenos cristalinos dissecados, e os tabuleiros situam-se sobre terrenos sedimentares terciários (Grupo Barreiras);
- PLANÍCIES ou BAIXADAS, que podem ser divididas em marinhas, fluviais e flúvio-marinhas, e apresentam morfologia plana com áreas alagadiças, lagoas e lagoas.

A estas paisagens podem ser acrescentados três diferentes tipos de litoral: o de RESTINGAS, dominados por praias abertas com grandes planícies marinhas ou flúvio marinhas, com solos arenosos; o litoral de BAÍAS, mais recortado, com planícies flúvio-marinhas mais estreitas; e os litorais de FALÉSIAS, associados ao Grupo Barreiras.

As características básicas de toda a região estão associadas a três períodos da história geológica. O primeiro é a reativação Wealdeniana, responsável pelas características finais dos relevos de serras, e que, em sua fase tardia (Terciário Superior), determinou um intenso carreamento de sólidos para o litoral, dando origem ao Grupo Barreiras. O próximo período marcante são as oscilações glacio-eustáticas quaternárias, responsáveis pela gênese das baixadas litorâneas e fases de dissecação/entulhamento dos vales fluviais. Nesta fase também tomam forma as extensas áreas de restinga e as áreas do delta do Rio Paraíba do Sul, ainda hoje em progradação. A última fase é representada pelo período atual, com intensa interferência antrópica, principalmente com a modificação da cobertura vegetal e retificação de rios e canais.

Estas diferentes regiões fisiográficas não são estanques, havendo uma dinâmica geral de fluxo de energia e matéria entre elas. Assim, as serras fornecem sedimentos para as áreas de baixada, sendo estes sedimentos transportados pela calha dos principais rios e seus afluentes. As colinas também contribuem para esta carga sedimentar, na medida em que são os compartimentos intermediários entre as serras e as baixadas. Modificações na

cobertura vegetal das áreas serranas tendem a produzir efeitos nas planícies, como o aumento da frequência e intensidade das enchentes. Por outro lado, modificações nos sistemas de drenagem das baixadas podem levar a reativação de processos erosivos em regiões distantes. Por fim, os sedimentos carregados pelos rios são responsáveis pelas características das regiões litorâneas, sendo as modificações nessa carga sedimentar imediatamente transferidas para as regiões de praias, com impactos na forma e granulometria destas regiões.

### **Tipos de Relevo da Área de Influência Indireta**

#### *Tipo de Relevo Planície Marinha (PI/M)*

As planícies marinhas são assim definidas pelo predomínio de processos marinhos na sua gênese e/ou dinâmica atual. As principais áreas de ocorrência deste tipo de relevo são ao sul da Lagoa Feia, na faixa litorânea entre o delta do Rio Paraíba do Sul e a Lagoa Feia, e ao norte do delta do Rio Paraíba do Sul. Neste tipo de relevo predominam as declividades baixas e solos arenosos, com predominância de processos eólicos, inclusive com a presença de dunas estabilizadas.

#### *Tipo de Relevo Planície Flúvio-Lacustre (PI/L)*

São as planícies associadas a lagoas, lagunas e baías e seus rios afluentes. A maioria destas planícies está associada a movimentos glacio-eustáticos e fechamento de baías por meio de restingas, tendo portanto um forte componente marinho. A principal área de ocorrência deste tipo de relevo está situada nas margens da Lagoa Feia. Estas planícies apresentam como características morfológicas principais a declividade muito baixa, com rios meandrantos e/ou canais artificiais de escoamento, sendo geralmente inundáveis ou permanentemente inundadas. Os processos geodinâmicos mais comuns são os de deposição em ambiente de baixa energia. Os terrenos nestas áreas são formados por areias superpostas a sedimentos mais finos.

#### *Tipo de Relevo Planícies Flúvio-Marinhas (PI/Fm)*

Estas áreas são caracterizadas por planícies fluviais muito largas em relação aos canais existentes, demonstrando uma interdigitação entre depósitos fluviais e marinhos, durante a sua gênese. Este tipo de relevo apresenta topografia plana com declives muito baixos, dominando processos de deposição fluvial, com áreas permanentemente inundadas e zonas inundáveis. Dominam depósitos arenosos associados a depósitos fluviais de canal

e de planície de inundação.

*Tipo de Relevô Planície Fluvial (PI/F)*

As planícies fluviais são definidas pela predominância dos processos fluviais, com a ocorrência de pacotes de depósitos aluviais espessos. Estas planícies apresentam área variável dependendo da magnitude do rio a ela associado. Na área de estudo destacam-se as seguintes planícies fluviais (ver Figura 17):

Rio Macabú	Rio de expressão local com ampla planície de inundação que se interdiga com a planície fluvio-lacustre da Lagoa Feia;
Rio Ururá	Rio de expressão regional, sua planície interdiga com a planície de inundação da Lagoa Feia;
Rio Paraíba do Sul	Rio de expressão regional transportando carga importante de sólidos, responsáveis pela criação de um delta ainda em crescimento; apresenta ampla planície de inundação;
Rio Itabapoana	Rio de expressão regional, com extensa planície de inundação;
Rio Itapemirim	Rio de expressão regional também com planície de inundação extensa;

*Tipo de Relevô Tabuleiros (Tab)*

Os tabuleiros costeiros são definidos por colinas de baixa altitude (40 metros), situadas sobre terrenos de origem sedimentar (Grupo Barreiras). Este tipo de relevô ocorre de forma mais marcante em seis grandes áreas: entre Cabiúnas e a Lagoa Feia, entre a cidade de Campos e a planície do Rio Itabapoana, entre a planície do Rio Itabapoana e a planície do Rio Itapemirim, ao norte da cidade de Anchieta, ao norte da cidade de Guarapari, e ao norte da cidade de Vitória.

Este tipo de relevô apresenta três feições marcantes: os topos planos, as encostas convexas, e os fundos de vale, que apresentam as seguintes características:

TOPOS	São áreas planas de extensão variável, predominando processos de erosão moderada e meteorização. A declividade é muito baixa, com a altitude não ultrapassando os 40 metros; geralmente predominam os depósitos residuais;
-------	--

ENCOSTAS	Apresentam declives suaves e forma levemente convexa, inferiores a 45 graus, com contato abrupto com os fundos de vale; predominam os processos de mobilização, com intensa erosão em áreas sem vegetação, e escorregamentos associados a cortes verticais e sub-verticais;
FUNDOS DE VALE (Tab/FV)	Apresenta uma morfologia plana, com extensas áreas alagadiças, com rios temporários ou de pequeno porte; provavelmente estes vales foram entulhados em função das últimas alterações glácio-eustáticas quaternárias, com depósitos fluviais e de encostas intercalados. Predominam processos de deposição em períodos de maior pluviosidade e deposição associada a erosão e movimentos de massa das encostas, criando rampas de colúvio em alguns pontos.

*Tipo de Relevo Colinas/1 (Co)*

Este tipo de relevo é caracterizado por uma sucessão de morrotes de altitude abaixo do 100 metros, com topos levemente arredondados e encostas convexas, desenvolvendo-se sobre terrenos cristalinos altamente intemperizados. Distinguem-se dos tabuleiros por sua altitude mais elevada, sendo a morfologia geral muito semelhante.

As principais áreas de ocorrência destes tipos de relevo são: entre as planícies do Rio Paraíba do Sul e Itabapoana (a oeste dos Tabuleiros); entre as planícies do Rio Itabapoana e Itapemirim; a leste da BR-101 no trecho entre planície do Rio Itapemirim e o Rio Benevente; e a oeste da Grande Vitória.

Formam, junto com o compartimento COLINA/2 uma faixa de transição entre os terrenos sedimentares e as elevações cristalinas a oeste. Apresentam as seguintes feições típicas:

TOPOS	São áreas planas ou convexas de pequena extensão, predominando processos de erosão moderada e meteorização. A declividade é muito baixa, com a altitude não ultrapassando os 80 metros; predominam os depósitos residuais;
ENCOSTAS	Apresentam declives suaves e forma levemente convexa, inferiores a 45 graus, com contato abrupto com os fundos de vale; predominam os processos de mobilização, com intensa erosão em áreas sem vegetação, e escorregamentos associados a cortes verticais e sub-verticais;

FUNDOS DE VALE	Apresenta uma morfologia plana, com extensas áreas alagadiças, com rios temporários ou de pequeno porte; provavelmente estes vales foram entulhados em função das últimas alterações glácio-eustáticas quaternárias, com depósitos fluviais e de encostas intercalados. Predominam processos de deposição em períodos de maior pluviosidade e deposição associada a erosão e movimentos de massa das encostas, criando rampas de colúvio em alguns pontos.
----------------	--

*Tipo de Relevo Colinas/2 (Co/2)*

O compartimento colinas/2 apresenta características morfológicas semelhantes ao compartimento colinas/1, porém os vales apresentam-se mais estreitos e encaixados devido a maior altitude das colinas. Sua faixa de ocorrência estende-se a oeste da faixa do compartimento colinas/1, formando uma faixa de transição para as regiões serranas a oeste. Apresenta as seguintes feições:

TOPOS	São áreas planas ou convexas de pequena extensão, predominando processos de erosão moderada e meteorização. A declividade é muito baixa, com a altitude não ultrapassando os 120 metros; predominam os depósitos residuais;
ENCOSTAS	Apresentam declives suaves e forma levemente convexa, com declives inferiores a 45 graus, com contato abrupto com os fundos de vale; predominam os processos de mobilização, com intensa erosão em áreas sem vegetação, e escorregamentos naturais e associados a cortes verticais e sub-verticais;
FUNDOS DE VALE	Apresenta uma morfologia plana, com áreas alagadiças de pequena extensão, com rios temporários ou de pequeno porte;, com depósitos fluviais e de encostas intercalados. Predominam processos de deposição em períodos de maior pluviosidade e deposição associada à erosão e movimentos de massa das encostas, criando rampas de colúvio em alguns pontos.

*Tipo de Relevo Maciços Costeiros (Mac)*

O compartimento Maciços Costeiros apresenta como características definidoras a topografia acidentada, com a presença de cristas, depósitos de tálus e afloramentos rochosos, estando separados do corpo principal das serras por planícies ou zonas de colinas, de topografia mais baixa. Este tipo de relevo ocupa uma pequena faixa da área de estudo, ocorrendo na região entre Campos e Lagoa Feia (Serra de Itaocara), na faixa anterior ao cruzamento do gasoduto com a BR-101 na altura de Jabaquara, e ao norte da Grande Vitória. Este tipo de relevo apresenta as seguintes formas:

CRISTAS	Os divisores são formados por picos, geralmente associados a afloramentos rochosos;
ENCOSTAS	As encostas apresentam declives fortes, com a ocorrência de Afloramentos Rochosos, Depósitos de Talus, Colúvio e blocos “in situ”, e pequenos Mantos de Decomposição (solos litólicos), estes últimos recobertos por vegetação; são comuns Alvéolos, fruto de movimentos de massa;
RAMPAS	No contato entre as encostas e os vales encaixados e zonas vizinhas, ocorrem rampas de material coluvial, derivado do carreamento associado a erosão ou escorregamentos;
VALES	Os vales são de pequenas dimensões, adaptados a estrutura geológica.

*Tipo de Relevo Serras (Srr)*

O compartimento Serras engloba os relevos cristalinos muito acidentados, com encostas declivosas e vales encaixados. Ocorrem a oeste de toda a área, estando presente na faixa de estudo na região de Vitória (Duas Bocas) e na região entre Jabaquara e Buenos Aires. Apresenta as seguintes formas:

CRISTAS	Os divisores são formados por picos de grande altitude, geralmente associados a afloramentos rochosos;
---------	--

ENCOSTAS	As encostas apresentam declives fortes, com a ocorrência de afloramentos rochosos, depósitos de tálus, colúvio e blocos “in situ”, e pequenos mantos de decomposição (solos litólicos), estes últimos recobertos por vegetação; são comuns ALVÉOLOS, fruto de movimentos de massa;
PÃES-DE-AÇUCAR	Morros residuais com encostas bastante íngremes formadas por afloramentos rochosos;
RAMPAS	No contato entre as encostas e os vales encaixados e zonas vizinhas, ocorrem rampas de material coluvial, derivado do carreamento associado a erosão ou escorregamentos;
VALES	Neste compartimento ocorrem vales de grandes dimensões adaptados às direções estruturais do relevo, cortado por rios de fluxo turbulento. Em alguns destes vales encontramos blocos indicativos de movimentos de massa pregressos, podendo voltar a ocorrer movimentos nas encostas ou dentro dos talwegues (corridas de detritos).

*Tipo de Relevo Urbe (Urb)*

O compartimento Urbe agrega todas as áreas urbanas existentes, uma vez que, as formas e os processos encontrados nestas áreas (mesmo aqueles com características naturais), já foram modificados pela ação antrópica, direta ou indiretamente. Este tipo de relevo ocorre nas seguintes áreas:

Campos-Ururai (Urb/PI)	Apresenta um relevo plano, com rios canalizados, solos antrópicos (aterros), com predomínio de processos de deposição, e áreas sujeitas a enchentes;
Travessão (Urb/Tab)	Também com relevo plano, mas a drenagem já é típica dos tabuleiros, sendo pouco comum a presença de aterros. Os processos erosivos são mais atuantes devido a cobertura e adensamento dos solos;
Presidente Kennedy (Urb/Col1)	Relevo colinoso com a cidade desenvolvendo-se entre as colinas. Processos de mobilização mais ativos devido a cortes e exposição de taludes;

Grande Vitória (Urb/PI)	Área plana com ocupação de favelas em áreas alagáveis; aterramento de áreas de planície para ocupação estruturada e canalização de rios;
Grande Vitória (Urb/Mac)	Vários morros da Grande Vitória encontram-se ocupados por favelas e zonas estruturadas, fazendo com que processos de mobilização sejam acelerados, devido a cortes e modificações gerais nas encostas. Novos materiais foram adicionados, destacando-se o lixo;
Grande Vitória (Urb/Tab)	Na grande vitória as áreas de tabuleiros ao norte foram ocupadas pela cidade formal, promovendo a total impermeabilização e confinamento do solo.

#### *Tipo de Relevo Lagoas/Lagunas (La)*

Este compartimento agrega os corpos d'água receptores dos principais sistema de drenagem, onde imperam os processos de deposição em ambientes de baixa energia. Nestas áreas tende a haver problemas importantes de assoreamento, agravados por modificações antrópicas nas paisagens. Este é o caso especial da Lagoa Feia, receptora da vários cursos d'água no norte fluminense.

#### *DINÂMICA GERAL DA ÁREA DE ESTUDO*

Na área de estudo os diferentes processos geomórficos de meteorização, mobilização, transporte e deposição se comportam de maneira diferenciada nos vários tipos de relevo. No compartimento Serra/Maçiços temos um predomínio dos processos de mobilização e transporte; os processos de mobilização e deposição estão em equilíbrio nos compartimentos Colinas e Tabuleiros; nas Planícies, ocorre o amplo predomínio dos processos de deposição.

Uma avaliação ambiental da situação atual aponta para um sistema com poucas modificações nas áreas de Serras/Maçiços, com ambientes bastante modificados nas áreas de colinas e planícies, em especial em função da implantação de culturas e modificação na topologia e seção dos canais das baixadas. Estas modificações tornaram mais importantes os processos de mobilização (principalmente erosão) nestas áreas, e conseqüente ampliação dos processos de deposição nas áreas de baixada.

Os principais problemas geomorfológicos são decorrentes da modificação na cobertura vegetal e sistema de drenagem, aumento de intensidade dos processos de mobilização (erosão e escorregamentos) e deposição, com assoreamento de sistemas e recursos hídricos.

A situação dos tipos de relevo e suas formas/processos associados tende a não se alterar nos compartimentos Serras/Maciços, havendo apenas modificações localizadas relativas a exploração mineral, desmatamento e cortes. Nos compartimentos Planícies, os processos deposicionais tendem a se tornar mais intensos com o aumento da exploração econômica regional. Nos compartimentos Colinas/Tabuleiros os processos erosivos tendem a um ligeiro crescimento com a ampliação da ocupação. Nos compartimentos Urbes que se verificará maiores modificações, com a expansão de cidades em áreas inundáveis e de relevo colinosos/maciços (através de cortes).

O grau de modificação das condições naturais tendem a se alterar de forma muito fraca nas Serras, de forma moderada nos compartimentos Colinas/Tabuleiros, e de forma crítica em áreas de Urbes e Planícies.

As questões geomorfológicas tendem a se manter - aumento dos processos de mobilização e deposição - apenas com intensidades maiores nas áreas de planícies fluviais e nas áreas urbanas.

#### *ASPECTOS MORFOLÓGICOS E GEODINÂMICOS DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA*

Trecho entre Cabiúnas e Carapebus: neste trecho a diretriz do duto se insere numa faixa de dutos já existente. Os segmentos cortam topos de colina e encostas (de forma perpendicular e paralela ao declive) e vales intercolinas. Os processos geomorfológicos de arraste e mobilização nos topos e encostas, e de deposição nos vales é acelerado em função da inexistência de vegetação protetora na faixa de dutos, porém não se nota um sistema de ravinamento de grande magnitude, que indicaria processos erosivos de grande intensidade. Também foram notadas a colocação de aterros e a passagem perpendicular por encostas com declives acima de 40 graus, o que tende a acelerar ainda mais os processos de arraste e deposição.

Trecho entre Carapebus e a Planície do Rio Macabú e entre esta e Dorés de Macabú:

Estes dois trechos apresentam características de relevo e dinâmica semelhantes, com o predomínio de colinas e tabuleiros, com a mesma seqüência de segmentos do duto: topos planos ou semi-planos, encostas com declives entre 30 e 50 graus, e vales planos, atulhados com sedimentação recente. Os processos geodinâmicos encontram-se

acelerados, mas não existe sinal de ravinamento intenso. Na área mais próxima a dores de Macabú tornam-se mais freqüentes as plantações (de cana-de-açúcar), o que determina uma maior intensidade do arraste de sedimentos em função do ciclo sazonal desta cultura, que expõe o solo durante parte do ano.

Trecho da Planície do Rio Macabú: este trecho corta um relevo plano, formado por planície inundável, tomada com plantio de cana-de-açúcar, e um trecho de rio de baixa energia. Em ambas, os processos deposicionais são predominantes. Na planície, os trabalhos agrícolas provocaram ligeiro alteamento do terreno, reduzindo os potenciais de deposição em épocas de cheia.

Trecho Dores de Macabú até Ponto da Lama: Este trecho é formado por colinas suaves intercaladas a planície fluvio-marinhas planas e largas. Nas primeiras predominam processos de arraste e mobilização moderados e na segunda, processos deposicionais associados a períodos de cheias, também pouco intensos.

Trecho entre a BR-101 e o Rio Paraíba do Sul: este trecho corta terrenos planos cuja gênese está associada à formação do delta do Paraíba do Sul. Trata-se de uma área onde predominam processos deposicionais mediados pela intervenção humana, seja por um uso agrário, seja pelo uso urbano. Nas áreas agrárias os processos de circulação dos sedimentos é próxima a dinâmica natural do terreno, porém a abertura de canais de drenagem alteraram a forma de arraste de sedimentos finos. Nas áreas urbanizadas, dada a impermeabilização dos solos, os processos de arraste de material é mais intenso, contribuindo para o assoreamento de rios e sistemas de drenagem. Dentro desta área destaca-se a calha do Rio Ururaí, lócus de processos de mobilização e deposição fluviais, bem, como de sedimentos que são depositados na planície em épocas de cheia.

Trecho do Rio Paraíba do Sul: a calha do Rio Paraíba do Sul se apresenta como uma região de relevo diferenciada onde ocorrem processos de movimentação de sedimentos, e principalmente, de sedimentação de sedimentos erodidos de montante de sua extensa bacia. Destaca-se a intensa dinâmica do fundo do Rio, que têm impactos nos processos de deposição e erosão de suas margens.

Trecho entre o Rio Paraíba do sul e o Rio Itabapoana: este trecho corta uma área de tabuleiros de topos planos, encostas entre 30 e 50 graus e planícies brejosas planas. A dinâmica destes sistemas pode ser representada por 3 momentos: o primeiro de arraste de sedimentos de topos e encostas, o segundo de imobilização destes sedimentos nos vales, e o terceiro, em eventos pluviais intensos, de exportação de parte destes sedimentos para jusante. O duto terá então segmentos em topos planos e com

mobilização de sedimentos mediana a baixa; em encostas em que a movimentação de sedimentos é intensa, inclusive com possibilidade de ravinamentos mais intensos e escorregamentos, e planícies embrejadas com processos deposicionais predominantes, mas não únicos, uma vez que ocorrem processos de movimentação de sedimentos para jusante em eventos de chuvas intensas. Terá ainda que atravessar regiões mais urbanizadas – loteamentos de expansão urbana e estradas, em que os processos de arraste de sedimentos são mais intensos, mas ainda sim pouco expressivos.

Trecho na Planície do Rio Itabapoana: este trecho corta a planície embrejada, modificada pela implantação de canais auxiliares de drenagem, o que modificou ligeiramente a forma de circulação de sedimentos finos nesta parte da planície, onde predominam os processos deposicionais associados às cheias do rio. Corta ainda o Rio Itabapoana, com aproximadamente 10 metros de largura, com desnível de 2 metros em relação a planície. O fundo do rio é areno-argiloso, com forte mobilização.

Trecho Rio Itabapoana – Rio Itapemirim: este trecho corta uma área de colinas. Existirão então segmentos em topos de colinas (predomínio de processos de mobilização e arraste pluvial), em encostas (onde predominam processos pluviais de arraste e mobilização, com possibilidade de escorregamentos) e vales inter colinas (onde predominam processos deposicionais, com ocorrência de remobilização em eventos pluviais intensos).

### **Variante 1**

A variante 1 está situada no norte do Estado do Rio de Janeiro, divisa com Espírito Santo. Corta dois tipos de relevo característicos: as colinas e tabuleiros (região corte do Estado do Rio de Janeiro) e a planície do Rio Itabapoana. O trecho cortado não é homogêneo, podendo ser seccionada do ponto de vista geomorfológico nos seguintes segmentos:

- TRECHO VAR. 1/A – é a parte sul da variante, nas colinas/ tabuleiros. Este vetor corta uma sucessão de topos planos e vales atulhados, também planos, ligados por encostas de 45-30° e com desnível de aproximadamente 20 metros. Predominam processos de erosão pluvial, com arraste de sedimentos para os vales. Este material é remobilizado em períodos de chuva intensa para jusantes. Não foram notados casos de escorregamentos, mas existe potencial para ocorrência destes fenômenos.

- TRECHO VAR. 1/B – este trecho corta as encostas longas que fazem a transição das colinas / tabuleiros para a planície do Rio Itabapoana. Estas encostas apresentam declives entre 30 e 40 graus, ocorrendo processos de erosão pluvial, com arraste de sedimentos para jusantes. Foram diagnosticadas feições de escoamentos nesta área.

- TRECHO VAR. 1/C – este trecho corta a planície da margem direita do Rio Itabapoana. É uma área plana, com depósitos fluvio-marinhos e canais antrópicos. Predominam processos deposicionais associados às cheias do rio.

- TRECHO VAR. 1/D – este trecho corta a calha do Rio Itabapoana. Este canal apresenta uma largura de 20 metros, fundo raso e fluxo de média energia. Predominam os processos fluviais com certo equilíbrio entre os processos de erosão, transporte e deposição.

- TRECHO VAR. 1/E – este trecho corta a planície da margem esquerda do Itabapoana. Este trecho da planície é sensivelmente mais estreito que a margem direita predominando os processos deposicionais de enchentes, mas com maior participação da sedimentação pluvial (arraste de sedimentos de montanha).

Do ponto de vista geomorfológico, esta variante não apresenta diferenças marcantes em relação ao traçado anterior, uma vez que, atravessa os mesmos compartimentos de relevo contendo feições muito semelhantes.

### **Variante 2**

A variante 2 está situada imediatamente após o Rio Itapemirim, no Estado do Espírito Santo.

Esta variante corta um único compartimento geomorfológico, do tipo colinas, com topos convexos, encostas convexas com declives entre 30 e 40 graus, gradações suaves para pequenos vales inter-colinas, planos e atulhados por depósitos aluvio-coluviais. Neste trecho ocorrem 3 tipos de segmentos.

Os primeiros cortam os topos das colinas, locais onde predominam processos de erosão e arraste de sedimentos; o segundo tipo são os segmentos que cortam as encostas convexas de declive entre 30/ 45°, onde predominam processos de arraste com possibilidade de ocorrência de escorregamentos; o terceiro tipo são os segmentos em planície inter-colinas, onde predominam processo deposicionais.

Do ponto de vista geomorfológico, esta variante não apresenta diferenças marcantes em relação ao traçado original, uma vez que atravessa um compartimento de relevo semelhante.

### **Variante 3**

A variante 3 está situada próxima a planície do Rio Novo e do Rio Benevente. Corta dois tipos de relevo diferentes: o sistema de colinas, e a planície fluvio-marinha o Rio

Benevente. A variante 3 pode ser seccionada em dois trechos:

- TRECHO VAR. 3/A – este trecho corta uma área de colinas, e apresenta 3 tipos de segmentos. Os segmentos em topo de colinas cortam áreas semi-planas onde predominam processos de arraste pluvial; os segmentos em encostas convexas atravessam terrenos com declive entre 30 e 40°, onde predominam processos de arraste e movimentação pluvial, com alto potencial para escorregamentos; os segmentos em planícies inter-colinas cortam terrenos planos, onde predominam processos deposicionais aluvio-coluviais, sendo que em épocas de chuvas intensas estes sedimentos são exportados para as planícies vizinhas.

- TRECHO VAR. 3/B – este trecho corta a planície do Rio Benevente, podendo ser seccionada em 2 tipos de segmentos. Os segmentos em planícies cortam áreas planas, argilo-arenosas, embrejadas, onde predominam processos de deposição em cheias. O segmento de canal corta o Rio Benevente, caracterizando do ponto de vista geomorfológico, como uma cheia onde predominam processos deposicionais em regime de baixa energia com deposição de materiais mais grosseiros em eventos pluviais intensos.

A variante 3 apresenta uma situação geomorfológica completamente diferente em relação ao traçado original, uma vez que este cortava a planície do Rio Novo, e a segunda corta um sistema de colinas. Apesar de gerar impactos totalmente diferentes, a magnitude e importância destes tendem a serem semelhantes para ambos os traçados.

#### **Variante 4**

A variante 4 é a mais longa (45 km) e está situada nas proximidades de Guarapari. Atravessa uma área bastante antropizada junto a Rodovia BR-101. Corta 2 tipos de relevo: as colinas baixas junto a Rodovia BR-101 e a Serra Isalada (Sítio Capricórnio). Toda esta variante pode ser dividida em 4 trechos:

- TRECHO VAR. 4/A – está situada na porção sul da variante, antes de chegar a BR-101; este trecho corta uma área de colinas baixas, com segmentos em topos convexos, encostas com declive de 30-40 graus e planícies inter-colinas fluvio-marinhas;

- TRECHO VAR. 4/B – este trecho atravessa uma área de colinas suaves junto e a leste da BR-101. Os segmentos de trechos cortam topos suaves, encostas com declives de 30 graus, vales inter-colinas e afluentes dos rios principais. Todos estes segmentos cortam áreas antropizadas, em que o arraste pluvial é intenso. Destacam-se áreas antrópicas, como a travessia da estrada para Guarapari.

- TRECHO VAR. 4/C – este trecho corta um pequeno maciço isolado. Os segmentos deste trecho cortam divisores convexos, vales encaixados, e encostas com declives entre 40 e 45°. Predominam nestes segmentos processos de arraste pluvial com possibilidade de ocorrência de escorregamentos.

- TRECHO VAR. 4/D – este trecho inicia-se na travessia da BR-101 e segue até a planície do Rio Jucu. Está inserida num relevo do tipo colina. Os segmentos cortam: topos de colinas plano-convexas, onde predominam processos de mobilização e arraste pluvial; encostas com declives entre 35-40°, onde predominam processos de arraste pluvial, com possibilidade de ocorrência de escorregamentos; e planícies inter-colinas onde predominam processos deposicionais, com exportação de sedimentos para planícies fluviais em eventos pluviais intensos.

A variante 4 apresenta uma situação geomorfológica bastante diferente em relação ao traçado original, uma vez que este cortava uma área de relevo tipo serra, e a variante corta uma área de colinas e uma pequena área de serra (baixa altimetria). Esta mudança de traçado representa uma efetiva melhoria nas condições construtivas e diminuição nos impactos ambientais. Porém, dificuldades construtivas e impactos potenciais permanecem, principalmente na área de serra (próxima ao Sítio Sagitário).

#### **Variante 5**

A variante 5 está situada nas cercanias da represa de Duas Bocas, já próxima a região metropolitana de Vitória. Esta variante atravessa um relevo tipo serra, caracterizado por fundos de vale encaixados, encostas com declive acima de 45°, e divisores puntiformes. Predominam processos de mobilização e arraste pluvial, com possibilidade de ocorrência de escorregamentos; nos fundos de vale ocorrem processos de deposição aluvio-coluvial, com mobilização fluvial em regime de alta energia.

Neste trecho ocorrem segmentos em encostas íngremes, em fundos de vale e em divisores. Os segmentos em encostas íngremes cortam perpendicularmente estas encostas. São áreas em que predominam processos de mobilização e arraste, inclusive ativas quanto a escorregamentos; os segmentos de fundo de vale acompanham a direção dos vales onde predominam processos deposicionais aluvio-coluviais, mas devem ser tomados cuidados quando em áreas passíveis de serem atingidas por eventos de corridas de detritos.

Do ponto de vista geomorfológico, esta variante não apresenta diferenças marcantes em relação ao traçado original, uma vez que ambas cortam a mesma região de relevo, do tipo

serra. A nível micro-local, porém a variante nova tende a passar por encostas com menor densidade de cobertura vegetal, potencialmente menos estáveis.

### 3.1.3.3 Geotecnia

#### *Características Geotécnicas da Área de Influência Indireta*

As unidades geotécnicas, identificadas a partir dos materiais e formas existentes na área de estudo, são as seguintes:

<b>Unidade</b>	<b>Relevo</b>
Solo residual	Morrotes/Colinas
Solos litólicos	Maçãos costeiros/Serras
Colúvio-Alúvio	Morrotes/Colinas (Fundo de vales)
Areias fluviais	Calhas e Planícies fluviais
Argilas flúvio-marinhas	Regiões peri-lagunares e Planícies de inundação
Tálus/Blocos de rocha/Colúvios	Maçãos/Serras
Afloramentos rochosos	Maçãos/Serras
Vales encaixados	Maçãos/Serras
Rampas	Maçãos/Serras/Colinas

As características geotécnicas a elas associadas são:

<b>Unidade</b>	<b>Características</b>
Solo residual	Solos residuais com boas características geotécnicas, geralmente revestidos com laterita, e em encostas suaves susceptíveis à problemas associados a erosão e cortes verticais;
Solos litólicos	São solos rasos, pouco evoluídos, caracterizados por uma fina camada arenoso-orgânica que recobre diretamente a rocha pouco alterada; ocorrem nos maços e serras em áreas críticas, geotecnicaamente susceptíveis a escorregamentos e quedas de blocos;
Colúvio-Alúvio	Material formado a partir da interdigitação de depósitos aluviais, gravitacionais e pluviais, apresenta boas características físicas; podem se apresentar inundáveis em alguns vales;

Areias fluviais	São depósitos associados aos regimes fluviais, com características mecânicas boas, mas em alguns pontos sujeitas a inundação;
Argilas-Areias flúvio-marinhas	Materiais mais finos, depositados em ambientes de baixa energia, podendo apresentar problemas de recalques diferenciais;
Tálus/Blocos/Colúvios	Encostas declivosas onde ocorrem depósitos de diferentes espessuras de tálus, colúvio ou blocos "in situ"; podem sofrer processos de escorregamentos e corridas de detritos;
Afloramentos rochosos	Ocorrem nos maciços e serras, podendo condicionar a queda de blocos e lascas;
Vales encaixados	Situação topográfica de linha de drenagem em área de relevos acidentados; podem sofrer problemas de torrentes e corridas de detritos; na área de influência alguns vales apresentam blocos nos talwegues denotando a ocorrência sub-recente desses processos;
Rampas	Típica feição de pé-de-encosta, com boas características mecânicas, apesar de heterogêneas; susceptíveis a escorregamentos devido a cortes.

*Áreas de Risco na Área de Influência Indireta*

Os riscos geotécnicos existentes estão associados a:

<b>Riscos</b>	<b>Características</b>
Áreas inundadas	Ocorrem em regiões peri-lagunares, com problemas para instalação de infra-estruturas;
Enchentes	Ocorrem nas planícies de inundação e nos vales afogados (brejos); podendo levar à destruição de bens materiais e vidas humanas;
Queda de solo	Ocorrem em taludes verticais de solo, mobilizando pequena magnitude de material e atingindo extensões pequenas;
Deslizamentos rotacionais	Podem ocorrer nas encostas de colinas/tabuleiros e rampas, estando mais associados à cortes; movimentam grandes massas, mas a pequena distância;
Deslizamentos Translacionais	Podem ocorrer nas encostas dos maciços e serras, movimentando menor quantidade de material que os deslizamentos rotacionais, mas a maiores distâncias;

Erosão/Voçorocamento	Ocorrem em taludes/encostas em solo, tanto nos relevos de colina/tabuleiros, quanto nos maciços e serras, sendo mais comuns nos primeiros; são processos longos que envolvem quantidades de material e energia pequenos;
Corridas de detritos	Ocorrem em vales das áreas de serras, podendo se espalhar para as planícies circunvizinhas; processos de grande magnitude, existindo indícios de ocorrências anteriores;
Movimento de blocos	Ocorrem nas áreas de tálus e blocos de rocha “ <i>in situ</i> ” podendo movimentar grandes quantidades de material por distâncias apreciáveis;
Quedas de lascas	Ocorrem em áreas de afloramentos rochosos fraturados; são processos semelhantes a movimentação de blocos;
Torrentes	Ocorrem em áreas de vales encaixados, sendo produzidas pela retomada de linhas de drenagem intermitentes, ou crescimento rápido da vazão dos rios durante chuvas intensas.

Os materiais geotécnicos presentes na área de estudo apresentam, de forma geral, boas características físicas e mecânicas. As grandes exceções são os depósitos de áreas montanhosas - tálus, colúvios, solos litólicos, e blocos de rocha, que apresentam problemas de instabilidade, e nas regiões de baixadas, as argilas moles, presentes em áreas de planície de inundação e no entorno de lagoas/lagoas e baías.

Os problemas geotécnicos existentes estão associados a enchentes, solos colapsíveis (pouco representativos), e instabilidade de encostas, concentrada nas zonas mais declivosas (risco alto), mas também existente nas colinas e tabuleiros, principalmente associada a cortes, exploração mineral e desmatamento.

A situação dos materiais geológicos não sofrerá alteração a curto e médio prazo, sendo representativo apenas o acréscimo de materiais como aterro e lixo em áreas urbanas.

Quanto aos riscos associados a enchentes e escorregamentos, estes tendem a aumentar, devido ao deflorestamento, aumento da ocupação humana, e modificação das características dos sistemas de drenagem.

#### *Características Geotécnicas da Área Diretamente Afetada*

Trecho entre Cabiúnas e Carapebus: neste trecho predominam solos residuais, nos topos

e encostas, e depósitos alúvio-colúviais nas planícies intercolinas; ocorrem problemas de escorregamentos nos setores em encostas; e problemas de drenagem nos setores em planícies intercolinas.

Trecho entre Carapebus e a Planície do Rio Macabú, e entre esta e Dolores de Macabú: características semelhantes ao trecho anterior, porém, em área de colinas, problemas mais intensos de escorregamentos.

Trecho da Planície do Rio Macabú: predominam depósitos flúvio-marinhos finos; com problemas de assoreamento, lençol freático raso, por vezes aflorante, e solos colapsíveis.

Trecho Dolores de Macabú até Ponto da Lama: dominado por depósitos flúvio-marinhos e flúvio-lacustres; predominam problemas de enchentes, lençol freático aflorante e solos colapsíveis.

Trecho entre a BR-101 e o Rio Paraíba do Sul: este trecho corta terrenos de origem flúvio-marinha, composto por sedimentos finos, porém forte modificação antrópica, representada por aterros urbanos ou agrários; ocorrem problemas relacionados ao lençol freático aflorante (áreas alagadiças).

Trecho do Rio Paraíba do Sul: ocorrem depósitos fluviais e flúvio-marinhos, sobrepostos a pacote espesso de material fluvial mais arenoso; ocorrem problemas de enchentes, erosão fluvial nas margens do Rio e transporte/deposição de areias fluviais, originando bancos de areia.

Trecho entre o Rio Paraíba do Sul e o Rio Itabapoana: formado por solo residual do Grupo Barreiras, presente nas encostas e topos planos, e materiais alúvio-colúviais, restritos aos vales e calhas de drenagem; ocorrem problemas relacionados ao lençol freático sub-superficial (áreas inundáveis), alagamentos nas baixadas e possibilidade de ocorrência, ainda que limitada, de escorregamentos nas encostas.

Trecho da Planície do Rio Itabapoana: formado por depósitos flúvio-marinhos com depósitos fluviais, também finos, sotopostos; ocorrem problemas de solos colapsíveis, enchentes e lençol freático sub-superficial.

Trecho Rio Itabapoana – Rio Itapemirim: trata-se de uma área de colinas; predominam os depósitos residuais, nas encostas e topos, e depósitos alúvio-colúviais nos vales intercolinas; são comuns problemas de escorregamentos.

### **Variante 1**

A variante 1 está localizada no norte fluminense, alcançando a divisa com o estado do Espírito Santo, na travessia do Rio Itabapoana. Corta três tipos característicos de

unidades geoambientais: as colinas baixas, os tabuleiros e a planície flúvio-lagunar (brejos) do Rio Itabapoana.

Nas áreas de colinas, os terrenos apresentam moderada a alta capacidade de carga e baixa susceptibilidade à erosão. Os aquíferos são do tipo livres a semiconfinados, de baixo potencial. Foram diagnosticadas feições de movimentos de massa, mas de ocorrência restrita.

Nos tabuleiros, representantes do Grupo Barreiras, os terrenos têm baixa a moderada susceptibilidade à erosão, e alta capacidade de carga. Os aquíferos são livres a semiconfinados, com potencial hidrogeológico baixo. É baixo o potencial de escorregamentos, exceto na transição para as áreas de planície, em que os processos erosivos são mais intensos.

Na planície do Rio Itabapoana, os terrenos são inundáveis, com baixa capacidade de carga. Lençol freático subaflorente e aquíferos livres e rasos, com potencial restrito.

Do ponto de vista geológico-geotécnico, a grande vantagem desta variante em relação ao traçado anterior é evitar maiores declividades na transição das colinas/tabuleiros para a planície do Rio Itabapoana, diminuindo o potencial de escorregamentos em função de cortes/aterros. Quanto às tipologias, não existem diferenças marcantes, pois se encontram presentes as mesmas unidades, com características litológicas semelhantes.

### **Variante 2**

A variante 2 está situada imediatamente após o Rio Itapemirim, no Estado do Espírito Santo.

Esta variante corta uma única unidade geológico-geotécnica, com feições de colinas, moderada a alta capacidade de carga e baixa susceptibilidade à erosão. Os aquíferos são do tipo livres a semiconfinados, e de baixo potencial. O potencial de escorregamentos é de baixo a moderado

Esta variante não apresenta diferenças marcantes em relação ao traçado anterior, uma vez que não há alteração em suas características geotécnicas, tratando-se da mesma tipologia.

### **Variante 3**

A variante 3 está situada próximo às planícies do Rio Novo e do Rio Benevente. Atravessa duas unidades geoambientais, representadas pelo sistema de colinas, de solos residuais espessos, e pela planície aluvionar, de sedimentos quaternários.

### Avaliação da variante 3 em relação ao traçado anterior

A variante 3 apresenta uma significativa diferença em relação ao traçado anterior. Se na primeira situação o traçado se desenvolvia, em sua maior parte, em uma planície aluvionar, na opção atual o traçado se estende preferencialmente por uma região de colinas. Em um caso, os problemas estão associados aos terrenos inundáveis, de baixa capacidade de carga. No outro, são os taludes de corte que podem disparar processos erosivos e de instabilidade de encostas.

### **Variante 4**

A variante 4 está situada no entorno da cidade de Guarapari, no Espírito Santo. Representa a maior diferença de traçado em relação à diretriz original, não apenas pela extensão do trecho modificado, como pela alteração nas características geológico-geotécnicas dos terrenos atravessados.

Se o traçado anterior localiza-se, predominantemente, em zonas de serras, onde maciços conspícuos impõem a ocorrência de afloramentos rochosos, depósitos de tálus e encostas de alta declividade - cujas características dos terrenos, apesar da elevada capacidade de carga, representam óbices executivos -, a alternativa apresentada desloca-se para uma região de relevo mais suave, do tipo colinas, com solos residuais espessos, de alta capacidade de carga e baixa susceptibilidade à erosão. Os aquíferos são livres a semiconfinados, de baixo potencial.

A variante 4 apresenta condicionantes geológico-geotécnicas substancialmente distintas em relação ao traçado anterior, uma vez que originalmente a diretriz cortava uma área de relevo tipo serra, com afloramentos rochosos e altas declividades. A nova variante corta um sistema de colinas, com solos residuais espessos, de baixa susceptibilidade à erosão e alta capacidade de carga.

Esta alteração na diretriz representa um efetivo ganho nas condições construtivas e mitigação dos problemas associados à instabilidade das encostas (quedas de blocos, escorregamentos e corridas de detritos).

### **Variante 5**

A variante 5 está situada próximo à Represa de Duas Bocas, na região da Grande Vitória. É uma região de serra, caracterizada por afloramentos rochosos, depósitos de tálus e encostas de alta declividade. Lineamentos estruturais NW/SE indicam um padrão de fraturamento que condiciona os processos de evolução do modelado.

Nesta região predominam processos de escorregamentos planares de solo sobre rocha, a meia encosta, e corridas de massa. Os solos, nas áreas mais elevadas, são delgados, instáveis. No entanto, a capacidade de carga é elevada devido à pouca profundidade da rocha matriz.

Quanto às características geológico-geotécnicas, esta nova diretriz não apresenta diferenças marcantes em relação ao traçado anterior, uma vez que não houve modificação na tipologia atravessada. Foram impostas apenas pequenas variantes locais, associadas ao relevo e declividade, que representam ganhos do ponto de vista executivo.

## *SÍNTESE DOS IMPACTOS*

### **1. Interferências sobre atividades minerárias**

Este impacto está associado a passagem do duto por áreas onde estão ativas atividades de extração mineral. A principal área impactada será a área de extração de areia imediatamente ao norte da cidade de Campos dos Goytacazes. Nesta área desenvolve-se atividade de extração de areia do fundo do rio, com conjuntos de mangueiras – bombas embarcadas ou situadas nas margens. Esta atividade deverá ser limitada ou erradicada, tendo em vista os riscos para os dutos (mesmo que estes estejam enterrados). Tais riscos são diretos e indiretos, podendo ocorrer alterações nas condições de contorno devido a retirada direta de areia ou pela alteração dos processos fluviais ocorrentes.

Com a paralisação da atividade ocorrerá uma modificação da oferta de materiais de construção, com aumento dos preços e abertura de novas áreas de exploração.

Este será um impacto negativo e direto. Ocorrerá tanto na fase de implantação, quanto de operação. Será irreversível e permanente, com possibilidade de mitigação. O impacto foi considerado local (pequena abrangência), de magnitude média, e importância mediana (em função do forte potencial de impactos sócio-econômicos e pela possibilidade de implantação desta atividade degradadora em outras áreas). A significância deste impacto deverá ser considerada mediana.

**Avaliação do impacto em relação ao novo traçado:** As alterações realizadas no traçado do duto não provocaram alterações nos graus deste impacto.

**Medidas de mitigação recomendadas:** a principal medida recomendada diz respeito à atuação do empreendedor na definição de novas áreas de exploração e na fiscalização das atividades de extração no local, evitando a proliferação de atividades irregulares.

## **2. Aumento do potencial de ocorrência de escorregamentos localizados**

Este impacto diz respeito à iniciação ou aceleração de eventos de mobilização de materiais naturais em função da passagem do gasoduto. Este impacto poderá ocorrer devido [a] modificação dos fluxos naturais da água nas encostas; [b] diminuição das forças de coesão do solo em função de cortes ou reaterros inadequados; [c] colocação inadequada de materiais de escavação causando sobrecargas em segmentos de encostas; utilização inadequada de explosivos.

Estas modificações podem ser causadas pela implantação do duto (perpendicular ou paralelo aos declives) ou pela implantação de vias de acesso a faixa (incluído a limpeza do terreno), e ainda pela implantação de canteiros de obras.

Tal impacto ocorrerá nas áreas dos Maciços Costeiros e Serras (encostas laterais e distais dos vales); nas áreas Tabuleiros (encostas de transição para vales encaixados); e nas áreas de Colinas (encostas com declives acima de 30 graus); e principalmente em locais onde já foram realizados cortes e/ou sujeitos à voçorocamento.

Os escorregamentos deste tipo poderão ser rotacionais ou translacionais, movimento de blocos de pequena extensão, ou queda de solo em áreas de corte e aterros, com limitada extensão areal, mas com possibilidade de destruir estruturas existentes na pequena área atingida.

Este impacto se iniciará na fase de implantação do empreendimento, com continuidade durante a fase de operação.

Este impacto foi considerado negativo, direto e imediato, de abrangência individual localizada, mas que pode ocorrer em toda a extensão dos dutos (com exceção das baixadas fluviais e flúvio-marinhas). Trata-se de um impacto permanente, mas reversível, desde que tomadas as medidas adequadas na fase operacional e implantação. A magnitude deste impacto foi considerada mediana e sua importância pequena. A significância foi considerada baixa.

**Avaliação do impacto em relação ao novo traçado:** Em relação às modificações de traçado realizados pode-se afirmar que houve um aumento da área afetada por este impacto, uma vez que no trecho na altura Rio Novo optou-se pela passagem do duto por uma área de colinas. No entanto a importância do impacto foi diminuída, em função da opção pelas áreas ao sul da BR-101 (onde o problema continua ocorrendo), evitando-se trechos mais críticos das localidades de Buenos Aires e Pau d'Alho.

**Medidas recomendadas:** As medidas de mitigação recomendadas para este impacto são:

Evitar estoque de material de escavação sobre as encostas;

Evitar pontos de corte, voçorocamento e encostas de grande declividade com solos litólicos;

Evitar as zonas de blocos a meia encosta, encontradas nas áreas de Rio Grande, Buenos Aires e Duas Bocas;

Evitar a utilização extensiva de explosivos, optando-se por outras técnicas menos impactantes;

Executar a limpeza de terreno somente nas áreas estritamente necessárias, realizando-se o replantio das mesmas imediatamente após o término das obras;

Avaliar a necessidade de implantação de obras de contenção em área de escorregamentos ativos e/ou pontos com alto grau de susceptibilidade a escorregamentos;

Executar cuidadosamente o reaterro das valas, evitando-se a criação de zonas com diferentes graus de coesão e permeabilidade, que podem alterar a hidrologia das encostas e atuar como zonas de “fraqueza”;

Evitar o corte perpendicular de encostas de grande extensão;

Harmonizar o cronograma da obra de forma a serem evitados os períodos de maior pluviosidade;

Implantar sistema de monitoramento nas encostas de maior susceptibilidade a escorregamentos;

Avaliar de forma detalhada o traçado das estradas de acesso ao gasoduto.

### **3. Aumento do potencial de ocorrência de escorregamentos e torrentes de grandes proporções**

As torrentes são definidas como o rápido aumento de vazão das linhas de drenagem temporárias e de pequenos rios, em áreas de serras, quando de eventos de alta concentração de chuvas. Este fluxo aumentado pode absorver material sólido de suas margens (ou de escorregamentos nas encostas laterais do vale), tornando-se um fluido de alta densidade, grande capacidade de transporte e alto grau de destruição, podendo inclusive se propagar pelas áreas planas a jusante, sendo então conhecidos como corridas de detritos.

Este tipo de processo está associado a vales serranos de encostas íngremes. Estas condições básicas estão presentes na Bacia do Rio Grande/Córrego do Limão e na região de Duas Bocas. Nestas regiões são comuns indícios da ocorrência de processos deste

tipo, principalmente na forma de blocos assentes sobre as calhas dos rios.

O impacto do gasoduto nestes processos pode ocorrer pela modificação dos fluxos de água nos talvegues e encostas laterais dos vales; retenção da água em pontos de estrangulamento nos talvegues; retirada da vegetação; e alocação de material de escavação próximo à margem dos rios; sendo sua intensidade proporcional ao grau de modificação dos vales atravessados. Trata-se de um impacto que se iniciará na fase de implantação com repercussão na fase de operação.

Estas modificações podem ser causadas pelos trabalhos de implantação e pela presença do duto, mas também pela implantação de vias de acesso e canteiros de obras.

Este impacto é negativo, direto, imediato e permanente. Existe, no entanto, possibilidade de reversão, ainda que parcial, em função da aplicação de medidas mitigadoras durante as obras e durante toda a operação. Este impacto limita-se a uma área relativamente pequena dentro da totalidade da faixa (Buenos Aires / Barra do Limão e Duas Bocas), mas estes são processos de grande envergadura, com possibilidade de atingir, com grande poder de destruição, áreas de vários quilômetros quadrados. A possibilidade de sua ocorrência, no entanto é pequena, pois devem se conjugar fatores bastante específicos para sua ativação, como chuvas de alta intensidade (tempo de recorrência acima de 50 anos; ocorrência de vários escorregamentos associados).

A magnitude deste impacto foi considerada mediana, assim como sua intensidade. A significância foi considerada mediana.

**Avaliação do impacto em relação ao novo traçado:** a adoção do novo traçado diminuirá em muito a ocorrência deste impacto, em função de se evitar a área de Buenos Aires e Barra do Limão. A possibilidade de ocorrência de eventos deste tipo na serra ao sul da BR-101 é bastante menor. A alteração realizada na região de Duas Bocas, no entanto não determina modificações nos graus de impacto, pois a situação geotécnica da nova área é semelhante (em alguns casos pior, em função da menor cobertura vegetal e maior presença de casas) a do traçado anterior.

**Medidas recomendadas:** Para evitar problemas deste tipo são necessários os seguintes cuidados:

Evitar a modificação dos fluxos naturais e pontos de estrangulamento de fluxos, através da colocação adequada dos dutos;

Evitar o desmatamento desnecessário nas encostas;

Evitar a colocação dos dutos nos eixos do talvegue;

Impedir a colocação de material de escavação próximo a calha dos rios e vales;

Harmonizar o cronograma de construção de forma a evitar os períodos de maior intensidade de chuva;

Avaliar de forma adequada o traçado de estradas vicinais nos vales sujeitos a este tipo de processo;

Realizar uma avaliação mais detalhada dos riscos de escorregamentos nas áreas mais críticas;

#### **4. Aumento da possibilidade de ocorrência de recalques diferenciais**

Os problemas de recalques diferenciais estão associados a passagem do gasoduto em áreas de solos moles, levando ao amalgamento do mesmo, que pode levar ao abatimento do solo, com riscos para o próprio gasoduto, e para sistemas de infra-estrutura próximos. Tal impacto poderá ocorrer tanto na fase de implantação, quanto na fase de operação do empreendimento.

Este impacto será de pequena importância tendo em vista a pouca expressão das áreas de solo mole na zona de passagem do gasoduto, e da própria pressão - reduzida - que o gasoduto exercerá sobre estes depósitos, tornando o amalgamento bastante pequeno.

Será um impacto direto, negativo, permanente, e de médio prazo. Não existe possibilidade de reversão. Sua abrangência é pontual, mas ocorre em várias baixadas ao longo do duto (Rio do Meio, Macabú, Ururaí, Itabapoana, Itapemirim, Novo-Benevente, Santa Maria e área de baixada ao redor de Vitória). Sua intensidade é pequena e a significância também foi considerada pequena.

**Avaliação do impacto em relação ao novo traçado:** a adoção do novo traçado tende a diminuir ligeiramente a ocorrência deste problema, em função do menor uso de áreas de baixadas (principalmente na região do Rio Novo).

#### **Medidas mitigadoras:**

Evitar regiões de solos moles, sujeitas a recalques diferenciais;

Ancorar os dutos de forma que estes não provoquem abatimentos na superfície do terreno.

#### **5. Aceleração de processos de mobilização e carregamento de solos**

Este tipo de impacto pode ocorrer nos pontos onde o gasoduto corta as encostas nos tipos de relevo Tabuleiros e Colinas, bem como nas áreas de Maciços Costeiros e Serras. Este impacto ocorrerá na fase de implantação, estando associada à limpeza da vegetação da pista, abertura das valas e, secundariamente, à implantação dos canteiros de obras.

Poderá se perpetuar na fase de operação, caso não sejam tomadas as medidas cabíveis. Tal impacto tem uma abrangência local, atingindo as encostas individualmente, ocorrendo em curto prazo, após as modificações do ambiente. Tanto a importância quanto a magnitude deste impacto serão pequenas, uma vez que nas áreas potencialmente impactadas já ocorre este fenômeno; a dimensão espacial deste impacto será pequena; este impacto é reversível utilizando-se medidas mitigadoras simples.

A significância deste impacto pode ser considerada pequena, uma vez que, o processo já vem ocorrendo de modo intenso em praticamente toda a região atravessada.

**Avaliação do impacto em relação ao novo traçado:** a adoção do novo traçado não altera de modo substancial este impacto.

**Medidas recomendadas:** Para evitar tal impacto são necessárias as seguintes medidas mitigadoras:

Evitar cortes perpendiculares em encostas de declividade acentuada, optando-se por traçados menos impactantes;

Evitar a limpeza desnecessária da vegetação nas áreas mais declivosas do gasoduto, efetuando a limpeza apenas nas áreas estritamente necessárias;

Efetuar a imediata revegetação da pista após a abertura das mesmas;

Evitar área de cortes, onde os processos erosivos do tipo analisado já ocorrem;

Adotar as medidas necessárias para evitar a concentração dos fluxos superficiais e sub-superficiais;

Harmonizar o cronograma de implantação de forma a se evitar as estações mais chuvosas do ano;

Avaliar de forma adequada o traçado das estradas vicinais a serem utilizadas pelos serviços de construção e manutenção do gasoduto.

## **6. Aceleração de processos deposicionais e dos processos de atulhamento dos vales**

Este impacto será causado por modificações locais causadas pelo empreendimento nos vales cortados, mas principalmente pela aceleração dos processos de arraste de sedimentos de encostas.

Será um impacto negativo e indireto, de médio prazo. Sua abrangência é regional, apesar das intervenções serem pontuais, pois trata-se de um fenômeno que tende a se propagar pelas linhas de drenagem. É importante ressaltar que os materiais removidos das encostas se depositam nas áreas distais das baixadas, movimentando-se para os canais;

em eventos pluviais de maior intensidade estes sedimentos são exportados para os canais a jusante e daí para as planícies, como depósitos de extravasamento de canais. É um impacto reversível, associado a fase de obras, mas que pode ocorrer na fase de operação caso não sejam tomadas medidas específicas.

A magnitude, intensidade e significância deste impacto foram consideradas pequenas em função de sua ocorrência atual independente do empreendimento.

**Avaliação do impacto em relação ao novo traçado:** a adoção do novo traçado não altera de forma substancial a ocorrência deste impacto.

**Medidas mitigadoras:** são aquelas referentes à diminuição dos processos de mobilização e carreamento de sólidos, bem como a implantação consciente de travessias e canteiros de obras.

### **7. Modificação da morfologia**

Este impacto está associado a alterações nos processos geodinâmicos e hidrogeográficos, sendo um impacto percebido apenas num período de tempo mais longo. Será consubstanciado por mudança nas paisagens físicas, especialmente aumento das cicatrizes de escorregamento e voçorocas e atualhamento das baixadas.

Será um impacto negativo, indireto, de abrangência regional (com maior intensidade nas colinas, tabuleiros e serras), de longo prazo, irreversível, e permanente.

A magnitude deste impacto pode ser considerada alta, sua importância e significância são consideradas pequenas, uma vez que este processo já está ocorrendo independentemente da implantação do atual empreendimento.

**Avaliação do impacto em relação ao novo traçado:** a adoção do novo traçado não altera de forma substancial a ocorrência deste impacto.

### **8. Alteração na topologia, geodinâmica e hidrodinâmica de canais temporários e semipermanentes**

O impacto do gasoduto na circulação do material natural está associado ao aumento da erosão e da instabilidade de encostas; a estocagem de materiais de escavação próximo à calha dos rios; e à passagem dos dutos em profundidade inadequada, determinando a existência de barreiras de retenção de sólidos; levando à modificação das vazões dos rios e à movimentação de sedimentos que serão depositados nas calhas dos rios e nas lagunas e lagoas receptoras dos rios de menor porte.

Estes processos podem ocorrer em toda a área do gasoduto apesar de sua maior

intensidade estar ligada às áreas de Tabuleiros e Colinas, onde o sistema de drenagem já está submetido a este tipo de processo, com menor possibilidade de ocorrência nas regiões de Serras e Maciços Costeiros. Além disto, tendo em vista as extensas modificações em planícies fluviais, áreas fora da faixa de estudo tendem a ser atingidas, principalmente as lagoas/lagunas que atuam como receptoras das águas dos rios regionais (por exemplo, a Lagoa Feia).

O impacto ocorrerá principalmente na fase de implantação do gasoduto, podendo se estender com menor intensidade na fase de operação.

A importância deste impacto deve ser considerada pequena tendo em vista: a totalidade de material a ser movimentado pelo gasoduto; o pequeno período de construção; e a possibilidade de adoção de medidas mitigadoras simples. A magnitude foi considerada alta; mas a significância foi considerada pequena, pois o processo já ocorre independentemente da implantação do atual duto.

**Avaliação do impacto em relação ao novo traçado:** a adoção do novo traçado não altera de forma substancial a ocorrência deste impacto.

**Medidas recomendadas:**

Evitar a estocagem de material de escavação próximo à calha dos rios;

Certificar a colocação dos dutos a profundidades adequadas, de forma a não atuarem como barreiras ao fluxo de água e sedimentos;

Aplicar as medidas de mitigação para erosão e instabilidade de encostas;

Harmonizar cronograma de escavação para evitar períodos de maior incidência de chuvas;

Monitorar a vazão e carga sólida dos rios das bacias com maior grau de modificação;

Evitar retirada desnecessária de vegetação, recompondo as áreas desmatadas quando do encerramento dos serviços de implantação.

### 3.1.4 SOLOS

#### INTRODUÇÃO

O Solo enquanto recurso natural lentamente renovável ou não renovável na visão de alguns autores, não pode deixar de ser considerado em estudos ambientais, pois sua diferenciação em função da posição na paisagem é formada pela ação do clima e de organismos vivos (inclusive a ação antrópica) sobre o material de origem. Estes processos levam a formação do solo ou a alteração de suas características naturais ao longo dos tempos.

Para o estudo de solos considerou-se uma Área de Influência Indireta (AII) de 5 Km para cada lado da diretriz do gasoduto e uma Área de Influência Direta (AID) de 25 metros para cada lado da diretriz do GASCAV.

O estudo dos solos como fator ambiental deve considerar as inter-relações entre os fatores ambientais, antrópicos e de formação, bem como os aspectos sócio-econômicos e dos usos e ocupação, pois a ação sobre uma determinada superfície pode promover alterações na paisagem e em suas características de estabilidade e equilíbrio ambiental.

As variações dos solos ocorrem em função das condições ambientais numa escala continental ou local, podendo sua descrição ser aprimorada ou não em função da escala de trabalho.

#### METODOLOGIA

##### 1. Metodologia para Classificação Natural de Solos

Na Área de Influência Direta do empreendimento foram realizados um reconhecimento de campo, com observação de perfis de solos, objetivando a verificação e checagem do material cartográfico disponível e sua correlação com as informações das unidades de mapeamento. Para o estudo taxonômico foi usado o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (CNPS/EMBRAPA, 1999), de modo a atualizar os mapeamentos disponíveis para a atual classificação.

O material cartográfico básico utilizado para os estudos foram os levantamentos realizados no Projeto RADAMBRASIL (1983) e os mapeamentos apresentados no Estudo de Impacto Ambiental (PLANAVE, 1998). As atividades desenvolvidas para elaboração do Estudo de Solos da Área de Influência do empreendimento, em seqüência foram:

Revisão da cartografia existente sobre a área (cartas plani-altimétricas do IBGE e mapeamentos de solos), com a finalidade de definir o grau de detalhamento das observações de campo.

Observação das fotografias aéreas da área de influência.

1.3 Observação morfológica dos perfis representativos das diferentes feições geológicas, geomorfológicas, de drenagem e vegetação observadas a campo e definição de uma legenda comparativa.

1.4 Definição das unidades de mapeamento através de compilação do Mapa Pedológico do RADAMBRASIL e Estudo de Impacto Ambiental e observação sobre fotografias aéreas das feições de relevo homogêneos, dos diferentes padrões de drenagem (textura, densidade), tonalidade fotográfica, vegetação original ou usos atuais que são critérios de fotointerpretação utilizados na delimitação de unidades de solos.

1.5 Os critérios adotados na Classificação Natural de Solos (compiladas neste trabalho) para divisão em classes mais homogêneas levaram em consideração os tipos de horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais e também seus atributos diagnósticos, descritos a seguir:

a) Horizonte A Moderado - horizonte mineral superficial que difere dos horizontes A chernozêmico, proeminente e húmico pela espessura e/ou cor e do A fraco pelo teor de carbono orgânico e estrutura, não apresentando ainda os requisitos para caracterizar o horizonte hístico ou antrópico;

b) Horizonte B textural - horizonte mineral subsuperficial com textura franco arenosa ou mais fina (mais de 15% de argila), onde houve incremento de argila (fração < 0,002mm), orientada ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade, resultante de acumulação ou concentração absoluta ou relativa decorrente de processos de iluviação e/ou in situ e/ou herdada do material de origem e/ou infiltração de argila ou argila mais silte, com ou sem matéria orgânica e /ou destruição de argila no horizonte A e/ou perda de argila no horizonte A por erosão diferencial;

c) Horizonte Incipiente – é um horizonte subsuperficial, subjacente ao A, Ap ou AB com alteração física e química em grau pouco avançado, porém com grau de desenvolvimento de cor e de estrutura para determinar um B, com textura franco-arenosa ou mais fina e pode apresentar muitas vezes características morfológicas semelhantes a um B latossólico.

Atributos diagnósticos também importantes, presentes:

a) Caráter Eutrófico - Solos em que a saturação de bases (V%), verificada no horizonte B

é igual ou maior que 50%;

b) Caráter Distrófico - Solos em que a saturação de bases (V%), verificada no horizonte B é menor que 50%;

c) Atividade da Argila Ta - refere-se a capacidade de troca de cátions (CTC ou T) referida a fração argila e que é igual ou superior a 27 cmolc./kg de argila e normalmente considerada no horizonte B;

d) Atividade da Argila Tb - refere-se a capacidade de troca de cátions (CTC ou T) referida a fração argila e que é menor que 27 cmolc./kg de argila e normalmente considerada no horizonte B;

e) Mudança textural abrupta - consiste em um considerável aumento no conteúdo de argila dentro de pequena distância vertical, (não superior a 7,5 cm), na zona de transição entre o horizonte A ou E e o horizonte subjacente B, que deve corresponder a um teor de argila de B que seja o dobro de A quando este tiver menos do que 20% de argila e um B com 20% a mais de argila, em valor absoluto.

## 2. Metodologia de Avaliação: Critérios Adotados para Classificação de Aptidão Agrícola do Solo

O sistema de aptidão agrícola das terras (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995) consta de seis grupos de 1 a 6. Os grupos 1, 2, e 3 são próprios para cultivos anuais, o grupo 4 para pastagens cultivadas, o grupo 5 para pastagem natural e silvicultura enquanto o grupo seis é considerado inapto para o uso agrícola. Além disso, o sistema considera três níveis de manejo em que o A representa o nível de manejo primitivo, sem tecnologia, o B o nível de manejo intermediário com alguma tecnologia e C o nível de manejo dotado de alta tecnologia. Para cada tipo de manejo (A, B ou C) a aptidão da terra pode ser "boa", representada pela letra maiúscula do respectivo manejo, "regular" representada pela letra minúscula, "restrita" representada pela letra minúscula entre parênteses e "inapta" representada pela ausência de letras.

Para determinar a aptidão agrícola consideram-se os seguintes fatores limitantes: fertilidade natural, excesso de água, falta de água, suscetibilidade à erosão e impedimento a mecanização. Cada um destes fatores é avaliado quanto à intensidade da limitação, podendo ser nula (N), ligeira (L), moderada (M), forte (F) e muito forte (MF). O grau de limitação mais acentuado define a classe de aptidão em cada nível de manejo.

## 3. Metodologia de Avaliação: Critérios adotados para a Classificação de Capacidade de

## Uso

Foi utilizado também o sistema denominado capacidade de uso das terras (LEPSCH et al., 1983) que se baseia nos fatores limitantes à utilização e o relacionamento com a intensidade de uso. Foi elaborado, primordialmente, para atender ao planejamento de práticas de conservação de solo.

Esse sistema prevê oito classes de capacidade de uso convencionadas pelos algarismos romanos de I a VIII. As classes I, II e III são próprias para culturas anuais, porém os riscos de degradação ou grau de limitação ao uso aumentam da classe I à III; a classe IV somente deve ser utilizada ocasionalmente para culturas anuais, mesmo assim com sérios problemas de conservação. As classes V, VI e VII são impróprias para culturas anuais, mas próprias para culturas permanentes (pastagem ou reflorestamento), nas quais os problemas de conservação aumentam da classe V à VII. A classe V é restrita a terras planas alagáveis e a classe VIII é imprópria para qualquer tipo de cultivo (anual, pastagem ou reflorestamento). Para determinar a capacidade de uso das terras consideram-se todos os fatores que possam ser limitantes à produtividade das culturas ao longo do tempo. Os fatores são identificados pelas letras minúsculas "e" (limitação por suscetibilidade à erosão), "s" (limitação relativa ao solo), "a" (limitação devido ao excesso de água) e "c" (limitação climática). Esses símbolos gerais são considerados subclasses e têm por objetivo evidenciar as principais limitações.

#### 4. Metodologia de elaboração da análise de susceptibilidade à erosão

Para a avaliação de sensibilidade a erosão vários fatores podem ser considerados, entre eles a erosividade da chuva, as características físicas e químicas dos solos que determinam sua erodibilidade, a declividade em que ocorrem e os usos e ocupação.

Na determinação do modelo de áreas sensíveis a processos erosivos apresentado, neste estudo foram considerados três desses fatores:

Altitude (classes de relevo)

Características dos solos

Uso do solo.

A compreensão da erosão como um processo de degradação do meio possibilita identificar previamente as áreas críticas na instalação do empreendimento, otimizando a preservação dos recursos naturais, com ênfase as condições de suscetibilidade a erosão, considerando-se os fatores climáticos, mesmo este não tendo entrado como componente do modelo.

As avaliações de áreas sensíveis podem ser realizadas por métodos diretos a campo, baseados na avaliação do material no local ou através de modelos matemáticos, associados a técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG - Sistema de Informações Geográficas, permitindo a análise espacial e o planejamento do uso e ocupação adequado às áreas.

Os impactos gerados por este tipo de Empreendimento são muito pontuais, não tendo uma abrangência regional, o que quer dizer que esses se concentram na faixa de domínio do gasoduto. Objetivando mostrar a sensibilidade ambiental da área de influência do Empreendimento, efetuou-se através de técnicas de geoprocessamento o mapeamento de áreas sensíveis, onde foram cruzados três planos de informações ou layers (Relevo, Solos e usos e ocupação).

Os temas foram divididos em matrizes numéricas (imagens raster), a partir dos dados vetoriais dos mapas temáticos originais, representando classes de sensibilidade distribuídas sempre da menor para a maior sensibilidade.

Para a classificação das áreas sensíveis foi utilizado o SIG Idrisi32, utilizando-se os módulos de modelagem matemática em ambiente de Sistema de Informações Geográficas RECLASS e OVERLAY, que permitem classificação, análise e operações matemáticas entre diferentes planos de informação da superfície, a partir dos mapas diagnósticos.

As classes foram selecionadas, classificadas e ajustadas à verdade de campo (checagem de solos e usos). A combinação das classificações que melhor se ajustaram foi efetuada através de modelagem matemática utilizando-se o módulo OVERLAY do SIG utilizado.

O cruzamento de mapas temáticos resulta no Mapa de sensibilidade que foi reclassificado para 4 (quatro) classes: 1 = baixa sensibilidade a processos erosivos, 2 = média sensibilidade, 3 = alta sensibilidade e 4 = muito alta.

Após a reclassificação (hierarquização) efetuada, em ambiente SIG, foi realizada a adequação de escala para apresentação do Mapa de áreas sensíveis a processos erosivos (Figura 20) apresentada nos resultados.

## RESULTADOS

### 1. *Descrição, caracterização e mapeamento dos solos das Áreas de Influência (AII e AID),*

---

*quanto a sua Classificação Natural, Aptidão Agrícola e Capacidade de Uso*

Síntese das classes de solos descritas para as Áreas de Influência Indireta (AII) e Influência Direta (AID) estão apresentadas na Tabela a seguir (Tabela 6), com a correlação entre a antiga e a nova classificação e sua inserção na diretriz/variantes (por km) do Gasoduto Cabiúnas-Vitória.

As Figuras 18, 19 e 20 apresentam, respectivamente, os Mapas de Solos, Aptidão Agrícola e Sensibilidade à Erosão.

Tabela 6: Correlação entre as classes do sistema de classificação de solos antigo e o atual (EMBRAPA, 1999) e a ocorrência por área de Influência Direta (atravessada pelo Gasoduto) e Área de Influência Indireta.

Unidade de Mapeamento (Radambrasil, 1983)	Nome na Classificação Antiga	Nome na Classificação Atual (EMBRAPA, 1999)	Classe de Aptidão Agrícola	Ocorrência por Km no traçado do Gasoduto	Ocorrência por Km nas variantes do Gasoduto
PAa	PODZÓLICO AMARELO	ARGISSOLO <a href="#">VERM. AMARELO</a>	2 (a)bc	Km 0 – 27,640	
Ad	SOLOS ALUVIAIS distróficos	NEOSSOLOS	5Sn	Km 27,640 – 30,353	
PAa	PODZÓLICO AMARELO	ARGISSOLO	2 (a)bc	Km 30,353 – 62,591	
Ae	SOLOS ALUVIAIS eutróficos	NEOSSOLOS	5Sn	Km 62,591 – 63,313	
PAa	PODZÓLICO AMARELO	ARGISSOLO <a href="#">VERM. AMARELO</a>	2 (a)bc	Km 63,313 – 63,895	
Ae	SOLOS ALUVIAIS eutróficos	NEOSSOLOS	5Sn	Km 63,895 – 76,031	
PAa	PODZÓLICO AMARELO	ARGISSOLO <a href="#">VERM. AMARELO</a>	2 (a)bc	Km 76,031 – 81,121	
HGPd	GLEI POUCO HÚMICO distrófico	GLEISSOLOS	1 (a)bc	Km 81,121 – 82,518	
PAa	PODZÓLICO AMARELO	ARGISSOLO <a href="#">VERM. AMARELO</a>	2 (a)bc	Km 82,518 – 117,382	
LVa	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	1BC	Km 117,382 – 119,511	
PAa	PODZÓLICO AMARELO	ARGISSOLO <a href="#">VERM. AMARELO</a>	2 (a)bc	Km 119,511 – 135,645	Variante 1 (129,000 – 135,645)
HGHd	GLEI POUCO HÚMICO distrófico	GLEISSOLOS	1 (a)bc	Km 135,645 – 139,686	Variante 1 (135,645 – 138,716)
LVa	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	1BC	Km 139,686 – 150,426	
PAa	PODZÓLICO AMARELO	ARGISSOLO <a href="#">VERM. AMARELO</a>	2 (a)bc	Km 150,426 – 155,367	
LVa	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	1BC	Km 155,367 – 157,913	

Unidade de Mapeamento (Radambrasil, 1983)	Nome na Classificação Antiga	Nome na Classificação Atual (EMBRAPA, 1999)	Classe de Aptidão Agrícola	Ocorrência por Km no traçado do Gasoduto	Ocorrência por Km nas variantes do Gasoduto
PAa	PODZÓLICO AMARELO	ARGISSOLO <a href="#">VERM. AMARELO</a>	2 (a)bc	Km 157,913 – 163,609	
LVa	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	1BC	Km 163,609 – 170,408	
Ad	SOLOS ALUVIAIS distróficos	NEOSSOLOS	5Sn	Km 170,408 – 176,304	Variante 2 (174,216 – 176,304)
LVa	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	1BC	Km 176,304 – 183,183	Variante 2 (176,304 – 179,266)
HP	PODZOL HIDROMÓRFICO	ESPODOSSOLO	3 bC	Km 183,183 – 186,379	
LVa	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	1BC	Km 186,379 – 189,231	Variante 3 (189,200 - 189,231)
HGHd	GLEI POUCO HÚMICO distrófico	GLEISSOLOS	1 (a)bC	Km 189,231 – 199,250	Variante 3 (189,231 – 198,047)
LVa	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	1BC	Km 199,250 – 201,209	
PAa	PODZÓLICO AMARELO	ARGISSOLO	2 (a)bc	Km 201,209 – 207,763	
LVa	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	1BC	Km 207,763 – 211,827	
HGHd	GLEI POUCO HÚMICO distrófico	GLEISSOLOS	1 (a)bC	Km 211,827 – 215,890	Variante 4 (215,000 – 215,890)

Unidade de Mapeamento (Radambrasil, 1983)	Nome na Classificação Antiga	Nome na Classificação Atual (EMBRAPA, 1999)	Classe de Aptidão Agrícola	Ocorrência por Km no traçado do Gasoduto	Ocorrência por Km nas variantes do Gasoduto
LVa	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	1BC	Km 215,890 – 219,859	Variante 4 (215,890 – 219,859)
PAa	PODZÓLICO AMARELO	ARGISSOLO <u>VERM. AMARELO</u>	2 (a)bc	Km 219,859 – 241,926	Variante 4 (219,859 – 241,926)
Ca	CAMBISSOLO ÁLICO	CAMBISSOLO HÁPLICO	3 (bc)	Km 241,926 – 244,901	Variante 4 (241,926 – 244,901)
PAa	PODZÓLICO AMARELO	ARGISSOLO	2 (a)bc	Km 244,901 – 258,195	Variante 4 (244,901 – 258,195)
Ad	SOLOS ALUVIAIS distróficos	NEOSSOLOS	5Sn	Km 258,195 – 261,677	Variante 4 (258,195 – 261,677)
LVa	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	1BC	Km 261,677 – 265,738	Variante 4 (261,677 – 263,000)
LVpa	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO podzólico	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	1BC	Km 265,738 – 274,770	Variante 5 (271,310 – 274,770)
RD	SOLOS LITÓLICOS distrófico	NEOSSOLOS	5Sn	Km 274,770 – 280,175	Variante 5 (274,770 – 280,175)
LVpa	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO podzólico	LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO	1BC	Km 280,175 – 290,000	Variante 5 (280,175 – 280,235)
SKs	SOLONCHAK Sódico	GLEISSOLOS	1 (a)bc	Km 290,000 – 291,639	
HGHd	GLEI POUCO HÚMICO distrófico	GLEISSOLOS	1 (a)bc	Km 291,639 – 295,429	
HOT	SOLOS ORGÂNICOS	ORGANOSSOLOS	1(a)bc	All	

---

Fonte: Correlação RADAMBRASIL, 1983 e EMBRAPA, 1999.

A seguir estão descritos os tipos de solos.

### 1.1 ARGISSOLO

A classe dos Argissolos apresenta alta suscetibilidade à erosão, com acentuação desse processo quando estes apresentam mudança textural abrupta e estão associados a altas declividades ou à grande variação desta num espaço curto, o que denota uma maior energia do terreno, promovendo o aumento da velocidade da água potencializando a capacidade erosiva da chuva. Os processos erosivos adquirem maiores dimensões nesta classe de solos quando esses são expostos às intempéries pela retirada da cobertura vegetal.

Em termos gerais pode-se dizer que os Argissolos são solos minerais não hidromórficos com horizonte A ou E (pode estar presente ou não) seguido de horizonte B textural, podendo apresentar variação quanto à atividade da argila (alta ou baixa). A classe dos Argissolos compreende solos com grande variação em suas características físico-químicas, porém com presença imprescindível de horizonte Bt, que se diferencia do horizonte A ou E pela cor e textura. A diferenciação entre os horizontes pode ser bem pronunciada ou pouco evidente, com diferentes espessuras podendo desenvolver horizontes profundos. Quando o gradiente textural não é muito acentuado o horizonte B deve apresentar estrutura em blocos ou prismática composto de blocos e cerosidade bem desenvolvida para definir um B textural.

O horizonte B destes solos apresenta cores vermelhas até amareladas e a sua estrutura está intrinsecamente ligada à textura que é amplamente variável tanto de um solo para outro quanto dentro de um mesmo perfil. A principal diferenciação do horizonte B para o horizonte C nos Argissolos é a condição de textura com menor teor de argila conseqüentemente menor cerosidade, as cores são menos vivas e apresenta um menor grau de desenvolvimento das estruturas, com a presença, muitas vezes, de material original em processo de alteração.

Os Argissolos tanto podem ser eutróficos, como distróficos ou álicos. Os eutróficos e álicos que tanto podem ter CTC baixa ou alta podem apresentar grande diferença de soma de bases e de alumínio trocável. Em função dessas variações há nesta classe uma grande combinação de características morfológicas e analíticas, promovendo uma ampla diversificação destes solos.

Em relação à classificação de aptidão agrícola das terras esta unidade de solos fica enquadrada na classe 2 (a)bc, terras pertencentes à classe de aptidão Regular, para

lavouras no nível de manejo B e C, e Restrita, para lavouras no nível de manejo A. Já em relação à classificação de capacidade de uso das terras esta unidade de mapeamento corresponde a classe de uso IIIe em razão dos problemas de suscetibilidade à erosão. Os solos pertencentes a esta unidade, não apresentam limitações extremas desde que utilizados níveis de manejo B e C, permitindo assim a sua utilização com culturas anuais. Na busca de uma prática mais conservacionista esses solos permitem uma utilização mais diversificada com lavouras anuais, fruticultura e horticultura, silvicultura entre outras, ocorrendo restrições apenas para lavouras no sistema de manejo A em razão da baixa fertilidade natural e da suscetibilidade a erosão.

### 1.2 NEOSSOLOS

São solos constituídos de material mineral ou orgânico, pouco espessos e pequena expressão dos processos pedogenéticos (EMBRAPA, 1999), levando a presença de materiais com características originais, em função da sua resistência ao intemperismo ou das condições de relevo em que ocorrem.

Sua seqüência de horizontes pode variar entre A-R, A-C-R, A-Cr-R, A-Cr, A-C, O-R ou H-C, desde de que não atenda os critérios para serem enquadrados nos Chernossolos, Vertissolos, Plintossolos, Organossolos ou Gleissolos. Esta classe pode apresentar diversos tipos de horizontes superficiais até mesmo horizonte Orgânico-O ou Hístico-H, desde que tenha menos de 30cm sobrejacente à rocha ou material mineral, não apresentam qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

Na região de estudo esta classe abrange os Solos Litólicos (Neossolos Litólicos), Solos Aluviais (Neossolos Flúvicos) e Areias Quartzozas (Neossolos Quartzarênicos).

Quanto à Aptidão Agrícola esses solos pode ser enquadrados na classe 5Sn, terras pertencentes à classe de aptidão Boa para silvicultura e regular para pastagem natural.

Já em relação à classificação de capacidade de uso das terras esta unidade de mapeamento corresponde a classe de uso VIIes em razão dos problemas de suscetibilidade à erosão e da dificuldade de utilização de mecanização. Podem ainda apresentar problemas relacionados a excesso ou escassez de água.

### 1.3 GLEISSOLOS

Na área de influência do Empreendimento, onde ocorrem esses solos há variação de

classes, para as quais só é possível a separação em nível de detalhe, como esta separação não é possível, nem necessária, nesta escala de trabalho estes são apresentados em associações. Individualmente as principais características dessas classes são descritas a seguir:

Os Gleissolos são solos minerais, hidromórficos, com horizonte glei abaixo do horizonte A, ou com horizonte hístico com menos de 40 cm, podem tanto apresentar atividade de argila alta ou baixa e ser distróficos ou eutróficos. Estes solos têm profundidade variável e estão sujeitos a períodos de inundação podendo apresentar grandes variações da textura, porém não ocorrem nesta classe horizontes plíntico, vértico ou textural.

Esses solos caracterizam-se pela forte expressão dos processos de gleização, em função do regime de oxi-redução a que ficam submetidos devido ao encharcamento do solo durante longos períodos em que ficam praticamente na ausência de oxigênio.

Em função da sua condição de drenagem apresentam sérias limitações ao uso agrícola, não só pela dificuldade na utilização de máquinas agrícolas para preparo como pela condição de não adaptação da maioria das culturas a este tipo de ambiente.

Em relação à classificação de aptidão agrícola das terras, esta classe de solos fica enquadrada na classe 1 (a)bC, terras pertencentes à classe de aptidão Boa para lavouras no nível de manejo C, Regular para lavouras no nível B, e Restrita para lavouras no nível de manejo A.

Já em relação à classificação de capacidade de uso das terras esta unidade de mapeamento corresponde à classe de uso Va em razão dos problemas de drenagem e do risco de inundação ainda que temporária. Por isso, os solos dessa classe apresentam em maior ou menor grau, limitações as quais podem ser superadas nos níveis de manejo mais avançados.

#### 1.4 LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO

Esta classe compreende solos minerais não hidromórficos com Horizonte B latossólico, são solos profundos ou muito profundos com seqüência de horizontes A-Bw-C, com diferenciação entre horizontes bem aparente, especialmente pela diferenciação de cores, principalmente entre A e B. O horizonte A mais comum é o moderado podendo ocorrer A proeminente, húmico ou fraco. O horizonte B apresenta ampla variação de cor desde matizes avermelhadas e, dependendo da drenagem interna, podendo ter matizes menos avermelhados. Com estrutura geralmente muito

pequena, estes solos quando sem alteração antrópica, geralmente apresentam drenagem livre, mesmo aqueles que apresentam textura argilosa ou muito argilosa, isto ocorre porque a porosidade formada em função do tipo de estrutura que apresentam permite uma grande formação de microporos responsáveis pela retenção de água, ao mesmo tempo que a estruturação permite a formação de macroporos que deixam a água gravitacional escorrer com certa rapidez permitindo que o ar ocupe estes espaços.

Apresentam uma variação textural muito grande, no entanto a relação textural é baixa. A diferenciação do horizonte C, se dá pela ligeira mudança de cor ou pela mistura de tonalidades associada a diminuição de estrutura em relação a B. São predominantemente distróficos ou álicos podendo ocorrer eutróficos e átricos.

Os Latossolos quando ocorrem em topografia favorável (plano a suave ondulado) suportam bem a ações antrópicas em função da sua estrutura que permite a formação de microporos responsáveis pela infiltração e retenção de água, no entanto quando ocorrem em terrenos acidentados são facilmente erodíveis. A desestruturação provoca selamento superficial promovendo aumento do risco de erosão, situação visível quando há mecanização pesada ou obras necessitando neste caso uma rápida intervenção nos processos de fechamento e revegetação das áreas expostas.

Esta unidade de solos, quando em relevo mais favorável (plano – 0 a 3% a suave ondulado – 3 a 8%), em relação à classificação de aptidão agrícola das terras pode ser enquadrada na classe 1BC, terra pertencente à classe de aptidão Boa, para lavouras, respectivamente, nos níveis de manejo B e C.

Já em relação à classificação de capacidade de uso das terras esta unidade de mapeamento corresponde à classe de uso les em razão dos problemas de suscetibilidade à erosão e da sua baixa fertilidade. Como suas principais limitações são referentes deficiências de nutrientes e acidez comumente com saturação de alumínio, necessitam de correção de acidez e fertilidade. Nos cultivos anuais podem ser praticados os níveis de manejo B e C e que a declividade não ultrapasse os valores referidos, quando o grau de restrição de uso aumenta.

### 1.5 HP – ESPODOSSOLO

Em EMBRAPA (1999) define-se esse solo como sendo constituído de material mineral com horizonte B espódico subjacente ao horizonte eluvial E, ao horizonte A de qualquer tipo ou horizonte H com menos de 40cm de espessura. Normalmente a seqüência de horizontes é A-E-Bh, Bhs ou Bs-C, com expressiva diferenciação de

horizontes e variação de profundidade. De textura predominante arenosa, sendo menos comum textura média raramente argilosa em B. A drenagem nesses solos está relacionada diretamente as suas características de profundidade, grau de desenvolvimento e cimentação. São solos pobres e ácidos com altos teores de alumínio extraível. Ocorrem em climas tropical e subtropical em condições de elevada umidade e em relevos plano a suave ondulado.

Suas principais limitações ao uso agrícola estão associadas à textura arenosa e a baixa fertilidade natural (baixa fixação de fósforo e de nutrientes, lixiviação acentuada de nitratos), ressecamento rápido, alta taxa de decomposição de matéria orgânica e ausência de reservas de nutrientes. São normalmente utilizados com culturas extrativistas ou quando em sistemas agrícolas ficam condicionados ao uso de altas taxas de adubação química.

Esta unidade de solos em relação à classificação de aptidão agrícola das terras enquadra-se na classe 3 bC, terras pertencentes à classe de aptidão Regular, para lavouras no nível de manejo B e Boa para lavouras no nível de manejo C.

Já em relação à classificação de capacidade de uso das terras esta unidade de mapeamento corresponde a classe de uso IIIs em razão dos problemas de baixa fertilidade.

#### 1.6 CAMBISSOLO HÁPLICO

Na classe dos Cambissolos a capacidade de erodibilidade está intrinsecamente associada à condição de relevo em que ocorrem e ao tipo de atividade nele desenvolvida. Como ocorrem predominantemente em terrenos movimentados os processos erosivos estão associadas à intensidade de chuvas, as retiradas da vegetação e ao tempo de exposição destes solos as intempéries, fazendo-se necessário para minimizar estes efeitos diminuir o tempo em que cortes fiquem expostos às ações do clima.

Esta classe compreende solos minerais não hidromórficos com drenagem variando de bem a imperfeitamente drenados, com seqüência de horizontes A-Bi-C, apresentam textura franco-arenosa ou mais fina e profundidades que variam de raso a profundos e com pouca diferenciação entre horizontes. O horizonte A pode ser de qualquer tipo, desde que quando tiver A chernozêmico o Bi não possua argila de atividade alta e cores muito escuras, pois estes atributos o definiriam em uma classe de Chernossolos. Apresentam grande variação de cor em Bi, no entanto as mais freqüentes são as amareladas e brunadas. Quanto à textura apresentam grande variação podendo ser

franco-arenosa a até muito argilosa, sendo que as granulometrias de média a argilosa são as mais frequentes. No entanto a variação de textura no perfil é muito pequena, podendo ocorrer um pequeno, mas perceptível decréscimo de argila em profundidade, denotando uma maior concentração, em geral, na camada onde há maior ação transformadora e produtora de argila, mostrando o solo pouco desenvolvido a que esta classe pertence.

A estrutura do horizonte Bi normalmente é em blocos, fraca, moderadamente desenvolvida ou maciça, normalmente sem cerosidade, Como esta classe pode ser originária de diferentes materiais de origem e também ocorrem em climas variados eles podem ser álicos, distróficos, eutróficos, carbonáticos, podem variar de muito até imperfeitamente drenados. Podem ser rasos, pouco profundos ou profundos e com variação da atividade da argila desde muito baixa até muito alta.

A capacidade de erodibilidade destes solos está intrinsecamente associada à condição de relevo em que ocorrem e ao tipo de atividade antrópica a ele associada. Como ocorrem predominantemente em terrenos ondulados os processos erosivos estão associadas à intensidade de chuvas, à supressão da vegetação nativa e ao tempo de exposição destes solos as intempéries.

Esta unidade de solos em relação à classificação de aptidão agrícola das terras enquadra-se na classe 3 (bc), terras pertencentes à classe de aptidão Restrita, para lavouras no nível de manejo B e C.

Já em relação à classificação de capacidade de uso das terras esta unidade de mapeamento corresponde a classe de uso Illes em razão dos problemas de suscetibilidade à erosão, especialmente naquelas áreas de relevos mais acentuados. Por isso os solos pertencentes a esta unidade apresentam limitações mais sérias quando associados a relevo ondulado onde ficam mais susceptíveis à erosão, o que restringe sua utilização a níveis de manejo B e C. Esses solos em função das suas características podem ser utilizados consorciamentos com cultivos anuais, fruticultura, pastagens e silvicultura.

A erosão dos solos está presente em todos os biomas brasileiros, desde a Mata Atlântica até a Floresta Amazônica, passando pelos Cerrados, Caatinga, Pantanal, campos, restingas e manguezais.

Em muitas destas áreas já é possível notar o processo acelerado dos solos por causa do uso inadequado do solo. O risco de degradação e destruição do solo é expressivo em muitas regiões do Brasil devido à elevada suscetibilidade à erosão da maioria dos nossos solos e em função de uma ação antrópica incorreta.

O problema da degradação dos solos não ocorre somente no Brasil. A ONU (Organização das Nações Unidas) calcula que o total de solos degradados no mundo é de 2 bilhões de hectares – área do tamanho dos Estados Unidos e Canadá juntos. E o avanço da catástrofe é de 20 milhões de hectares por ano. Os principais agentes causadores da degradação do solo, segundo a ONU, são pastejo excessivo, descuido das práticas de conservação do solo e desmatamento sem critérios técnicos. No que diz respeito ao desmatamento, dados da EMBRAPA, de 1996, informam que as florestas tropicais estão reduzidas a 44% de sua área original e que o Brasil está entre os países que mais desmatam suas florestas no mundo (<http://www.ruralnet.com.br/noticias/default.asp?noticia=4744> acesso em 11/12/2004). Em caso de empreendimentos lineares, o solo é um dos recursos naturais mais duramente castigados, pois estas necessitam de limpeza da faixa através da retirada de vegetação e da abertura de valas, que está diretamente associada ao trânsito de máquinas pesadas.

Qualquer movimentação (retirada do solo, mobilização de material, compactação pelo peso dos equipamentos e outros) do solo causa nas suas características originais, seja pela desagregação (alteração da estrutura), seja pela alteração da porosidade ou pela compactação, uma alteração que conseqüentemente quebra o equilíbrio desse recurso natural.

A alteração dos solos tem como conseqüência imediata o desencadeamento de processo erosivo, que determinam perda das camadas superficiais, perda de fertilidade, assoreamento, contaminação e alteração da dinâmica dos cursos de água, onde o material transportado acaba sedimentando.

As áreas de influência do GASCAV (tanto AII como AID), do ponto de vista do uso dos solos, apresenta-se extremamente alterada em função de pastoreio excessivo, agricultura sem manejo adequado e especialmente pelo desmatamento sem controle ao longo dos anos.

As obras de implantação do gasoduto Cabiúnas-Vitória serão inseridas neste contexto, devendo se observar, através da execução do Programa Ambiental da Construção e do Programa de Prevenção de Processos Erosivos e Revegetação da Faixa, as técnicas que possibilitem a menor alteração possível na região, de modo a não promover a adição de mais um agente desagregador dos solos da região.

## 1.7. ORGANOSSOLOS

Os Organossolos ocorrem na área de influência indireta do Empreendimento. São

solos pouco evoluídos, constituídos de material orgânico proveniente da acumulação de restos vegetais em diferentes graus de decomposição. Ocorrem em zonas mal drenadas com coloração escura em função dos elevados teores de carbono orgânico. Quando estes solos passam grande parte do tempo sob condição de saturação de água os processos de alteração mineral e translocações de produtos secundários são “substituídos” pela acumulação de matéria orgânica, constituída de resíduos vegetais em diferentes graus de decomposição. Quanto a composição de material mineral esses solos apresentam variações, mas sempre com elevados teores de carbono orgânico (EMBRAPA, 1999).

Essas classes de solos por estarem sujeitos a períodos de inundação ocorrem geralmente em áreas de baixadas e planas, condição que lhes proporcionam baixa suscetibilidade a erosão e aporte de material de superfícies mais elevadas.

Em relação à classificação de aptidão agrícola das terras, esta classe de solos fica enquadrada na classe 1 (a)bC, terras pertencentes à classe de aptidão Boa, para lavouras no nível de manejo C, Regular, para lavouras no nível B e Restrita, para lavouras no nível de manejo A.

Já em relação à classificação de capacidade de uso das terras esta unidade de mapeamento corresponde à classe de uso Va em razão dos problemas de drenagem e do risco de inundação ainda que temporária. Por isso, os solos dessa classe apresentam em maior ou menor grau, limitações as quais podem ser superadas nos níveis de manejo mais avançados.

A erosão dos solos está presente em todos os biomas brasileiros, desde a Mata Atlântica até a Floresta Amazônica, passando pelos Cerrados, Caatinga, Pantanal, campos, restingas e manguezais.

Em muitas destas áreas já é possível notar o processo acelerado dos solos por causa do uso inadequado do solo. O risco de degradação e destruição do solo é expressivo em muitas regiões do Brasil devido à elevada suscetibilidade à erosão da maioria dos nossos solos e em função de uma ação antrópica incorreta.

O problema da degradação dos solos não ocorre somente no Brasil. A ONU (Organização das Nações Unidas) calcula que o total de solos degradados no mundo é de 2 bilhões de hectares – área do tamanho dos Estados Unidos e Canadá juntos. E o avanço da catástrofe é de 20 milhões de hectares por ano. Os principais agentes causadores da degradação do solo, segundo a ONU, são pastejo excessivo, descuido das práticas de conservação do solo e desmatamento sem critérios técnicos. No que diz respeito ao desmatamento, dados da EMBRAPA, de 1996, informam que as

florestas tropicais estão reduzidas a 44% de sua área original e que o Brasil está entre os países que mais desmatam suas florestas no mundo (<http://www.ruralnet.com.br/noticias/default.asp?noticia=4744> acesso em 11/12/2004).

Em caso de empreendimentos lineares, o solo é um dos recursos naturais mais duramente castigados, pois estas necessitam de limpeza da faixa através da retirada de vegetação e da abertura de valas, que está diretamente associada ao trânsito de máquinas pesadas.

Qualquer movimentação - retirada do solo, mobilização de material, compactação pelo peso dos equipamentos e outros - do solo causa nas suas características originais, seja pela desagregação (alteração da estrutura), seja pela alteração da porosidade ou pela compactação, uma alteração que conseqüentemente quebra o equilíbrio desse recurso natural.

A alteração dos solos tem como conseqüência imediata o desencadeamento de processo erosivo, que determinam perda das camadas superficiais, perda de fertilidade, assoreamento, contaminação e alteração da dinâmica dos cursos de água, onde o material transportado acaba sedimentando.

As áreas de influência do GASCAV (tanto AII como AID), do ponto de vista do uso dos solos, apresenta-se extremamente alterada em função de pastoreio excessivo, agricultura sem manejo adequado e especialmente pelo desmatamento sem controle ao logo dos anos.

As obras de implantação do gasoduto Cabiúnas-Vitória serão inseridas neste contexto, devendo se observar, através da execução do Programa Ambiental da Construção e do Programa de Prevenção de Processos Erosivos e Revegetação da Faixa, as técnicas que possibilitem a menor alteração possível na região, de modo a não promover a adição de mais um agente desagregador dos solos da região.

## *2.2. Descrição dos processos erosivos, de sedimentação e análise de estabilidade dos solos*

O objetivo fundamental da conservação do recurso solo é a manutenção ou recuperação da biodiversidade dos ambientes, especialmente aqueles sob pressão antrópica, partindo do princípio que a manutenção das características dos solos é condicionante e ao mesmo tempo condicionada pela presença de cobertura vegetal demonstrando assim a condição de interdependência entre o substrato e a vegetação.

Nesse sentido, o enfoque principal volta-se para as questões relacionadas ao Meio Biótico, no entanto a pressão sobre diferentes ambientes acaba por promover a

degradação inclusive do substrato de sustentação dos diferentes ecossistemas.

A manutenção ou conservação da vegetação incide diretamente na conservação do solo e dos recursos hídricos em função da importância dos Sistemas Solo-Água-Planta. A supressão de vegetação ciliar, especialmente promovida pela pressão de ocupação pelo uso/exploração dos solos, faz com que alguns rios sofram problemas de assoreamento, especialmente, onde a ocupação de suas margens com culturas anuais é bastante expressiva.

Os maiores impactos ambientais advindos das atividades da retirada de vegetação referem-se à degradação dos recursos naturais como: processos erosivos do solo, perda de biodiversidade, pastagens degradadas e uso indiscriminado de agroquímicos. O transporte de sedimentos não só acarreta perda de solos como resulta em assoreamento dos rios, provocando alterações em sua dinâmica e na qualidade de suas águas.

O solo em sua condição natural contém proporções variáveis de matéria orgânica, matéria mineral sólida, água com substâncias dissolvidas (solução do solo) e espaços porosos. A matéria mineral sólida do solo inclui em quantidades extremamente variáveis o que permite definir entre outras suas características físicas como textura e químicas como as que definem sua fertilidade. Junte-se a estas a matéria orgânica que é formada por resíduos de plantas e outros organismos em virtude da atividade da biofauna. A distribuição e proporção dos diversos constituintes do solo é que definem suas diferentes propriedades, permitindo sua distribuição em classes, como as descritas anteriormente.

O solo é um recurso finito, limitado e não renovável, se consideradas as suas taxas de degradação potencialmente rápidas, que têm vindo a aumentar nas últimas décadas (pela pressão crescente das atividades humanas) em relação às suas taxas de formação e regeneração extremamente lentas. A formação de uma camada de solo de 30 cm leva 1000 a 10000 anos para estar completa.

A degradação do solo constitui um problema mundial, com conseqüências ambientais, sociais e econômicas significativas, de modo que aumenta também a necessidade de manter e proteger este recurso vital para se manter a diversidade e a sustentabilidade das populações vegetais.

Os principais impactos sobre o solo são a erosão, a mineralização da matéria orgânica, redução da biodiversidade, a contaminação, a impermeabilização e a compactação. A ocorrência simultânea de alguns desses problemas aumenta os seus efeitos, apesar de haver diferentes intensidades regionais e locais, dependendo das

características dos solos e da ação ou uso do mesmo.

A sedimentação é resultante da perda de solo causada por erosão, e esta é o arrastamento de partículas constituintes do solo pela ação da água em movimento (precipitação) ou dos ventos e das ondas. Para a área de estudo a mais expressiva é a erosão provocada pela ação da chuva.

A erosão hídrica do solo pode ser determinada basicamente pelas características físicas dos solos, sua condição de cobertura de superfície e a intensidade das chuvas. A condição da cobertura dos solos está associado ao manejo e uso e ocupação das terras, pois um solo que tenha naturalmente uma condição de erodibilidade baixa quando em sua condição natural pode ser alterada pela ação antrópica e predispor a mudança dessa condição.

Em nível mundial, a erosão é a principal ameaça ambiental para a sustentabilidade e capacidade produtivas dos solos. A erosão do solo pode apresentar diferentes níveis de gravidade em função do manejo a ele aplicado.

A erosão resulta da remoção das partículas mais finas do solo por agentes como a água e o vento, que as transportam para outros locais, resultando na redução da espessura deste, perda de suas funções e, em caso extremo, do próprio solo, podendo ainda implicar a contaminação de ecossistemas aquáticos.

Os processos erosivos podem ser desencadeados por diferentes fenômenos ou por uma conjunção deles, como fortes chuvas associadas a altas declividades, acidentes ambientais como incêndios florestais, situações que são potencializadas pela ação antrópica, principalmente pela gestão inadequada do solo, como manejo não adequado as suas características, e especialmente, redução de sua camada orgânica que está associada a retirada da cobertura vegetal.

A manutenção da matéria orgânica do solo é bastante importante, do ponto de vista físico-químico, dado que contribui para a manutenção da sua estrutura, melhora a infiltração e a retenção da água, aumenta a capacidade de troca, contribuindo para o acréscimo da produtividade. Além disso, a matéria orgânica do solo desempenha uma função essencial no ciclo global do carbono, através de seqüestro de carbono na matéria orgânica do solo.

Outro impacto no solo é a sua compactação que ocorre quando este é sujeito a uma pressão mecânica devido ao uso de máquinas ou ao sobrepastoreio, em especial, se o solo não apresentar boas condições de transitabilidade, sendo a compactação das camadas mais profundas do solo muito difícil de recuperar.

A compactação reduz o espaço poroso entre as partículas do solo, deteriorando a sua

estrutura e, conseqüentemente, dificultando a penetração e o desenvolvimento de raízes, a capacidade de armazenamento de água, o arejamento, a disponibilidade de nutrientes para a solução do solo, a atividade biológica e a estabilidade. Além disso, quando há chuvas torrenciais, as águas já não conseguem infiltrar-se facilmente no solo compactado, aumentando os riscos de erosão e de cheias.

A redução da biodiversidade nos solos por práticas ou usos inadequados torna-os mais vulneráveis à degradação, fazendo com que os eventos naturais, como ventos, chuvas, muitas vezes tornem-se causadores de impacto, como erosão, poluição dos sedimentos, transbordamento dos cursos de água resultado do fato de o solo não desempenhar o seu papel de controle dos ciclos da água devido à compactação ou à impermeabilização, situações que são favorecidas por desmatamento. Essa degradação, do solo, tem conseqüentemente impacto direto sobre as atividades humanas, especialmente pelas perdas sucessivas de produtividade e assoreamentos.

Os levantamentos dos solos recolhem dados sobre as propriedades físicas e químicas destes, os processos pedogenéticos, a apreciação morfológica do perfil, a fim de definir os tipos de solos existentes e elaborar a respectiva cartografia. Estas informações são estáticas, considerando que o solo e as suas propriedades apenas se alteram ao longo de períodos extremamente longos. Além disso, os conjuntos de dados sobre o solo não apresentam uniformidade de escalas e objetivos, não permitindo um conhecimento mais detalhado que permita seu manejo adequado.

A criticidade em relação a sua conservação não depende somente dos fatores naturais, mas também dos fatores antrópicos, de relevo e de uso e ocupação do solo. Ao considerar a ação antrópica, a tendência ou potencialidade natural verificada pode sofrer alterações: os solos naturalmente mais frágeis podem ter sua importância relativa minimizada por usos e formas de manejos adequados às suas características e vice-versa. De uma maneira genérica e considerando-se apenas as características naturais dos grandes grupos de solos que ocorrem na região de influência deste estudo, pode-se dizer que quanto à fragilidade tem-se:

<b>Solos</b>	<b>Classes de Fragilidade</b>
Neossolos	Muito alta
Argissolos	Alta
Cambissolos	Média
Espodossolo	Média
Gleissolos	Baixa

Latossolos	Baixa
------------	-------

A criticidade dos solos à erosão está diretamente relacionada com o potencial à erosão natural, associado ao uso e cobertura do solo (sem considerar tipo de manejo), em linhas gerais, tem-se o seguinte:

Uso do Solo – Vegetação	Risco Potencial à Erosão
Agricultura Convencional	Muito alta
Pastagem	Alta
Cerrado	Média
Matas, Capoeiras e Reflorestamentos	Baixa
Banhado	Muito Baixa

Fonte: SENAGRO, (1998) in [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)

Deve-se considerar o inter-relacionamento existente entre o solo, a água e as florestas no realce a qualidade do ambiente. A preservação desses elementos é fundamental para a sustentabilidade dos seres vivos, de modo a se evitar a degradação do solo, definida como um decréscimo na qualidade do solo medida por mudanças nas suas propriedades e processos.

Para controle de processos erosivos existem inúmeras ações, mas dentre elas as mais eficientes são aquelas que tendem a limitar a velocidade da água que incide sobre a superfície e escoar sobre ela.

O controle a erosão decorre fundamentalmente da limitação da velocidade da água, uma vez que uma maior estabilidade de agregados, como é convenientemente referida, não é importante no controle da erosão somente por atribuir uma maior resistência intrínseca ao agregado, mas principalmente no que ela representa ao solo como porosidade adequada. A erosão tende a ser menos intensa em solos bem estruturados, poroso e físico-quimicamente estável, ainda que mecanicamente frágil, do que em solo mecanicamente mais resistente, mas pouco permeável (D'AGOSTINI, 1999).

Essa afirmativa reforça que para ações de prevenção de erosão, mais que avaliar as características dos solos, são necessárias ações de limitação do impacto da água sobre a superfície, seja através de manejo adequado dos solos, em caso de atividades agropecuária e silvicultura, mas especialmente em obras de implantação de empreendimentos que necessitem cortes no terreno e compactação do solo pelo

trânsito de máquinas pesadas, como é o caso dos gasodutos.

### 2.3. *Elaboração de mapa de susceptibilidade à erosão da área de influência*

Os mapas temáticos que compuseram a modelagem matemática receberam a seguinte pontuação, conforme as suas características:

#### Relevo (altitude)

<b>Altitude (m)</b>	<b>Classes de Fragilidade</b>	<b>Pontuação na matriz numérica</b>
601-800	Muito alta	7
501-600	Alta	6
401-500	Alta	5
301-400	Média	4
201-300	Média	3
101-200	Baixa	2
0-100	Baixa	1

#### Solos

<b>Solos</b>	<b>Classes de Fragilidade</b>	<b>Pontuação na matriz numérica</b>
Neossolos	Muito alta	7
Argissolos	Alta	6
Cambissolos	Média	5
Espodossolo	Média	4
Gleissolos	Baixa	3
Latossolos	Baixa	2
Organossolos	Baixa	1

#### Uso e ocupação do solo

<b>Solos</b>	<b>Classes de Fragilidade</b>	<b>Pontuação na matriz numérica</b>
Área urbana/Solo Exposto	Muito alta	7
Agricultura e/ou pecuária	Alta	6
Água	Média	5
Área úmida	Média	4

---

Mangue + Restinga	Média	3
Floresta Estacional Semi Decidual	Baixa	2
Floresta Ombrófila Densa	Baixa	1

---

A definição dessas classes levou em consideração critérios que determinam a sensibilidade natural dos diferentes temas estudados, de modo a inserir na modelagem as características que dizem da maior ou menor sensibilidade a erosão, mas especialmente o fato de que os problemas da erosão deve-se não só a existência de solos susceptíveis aos processos de erosão hídrica, somados a períodos de elevada pluviosidade, mas também a uma ocupação desordenada e sem critérios básicos de planejamento ambiental, isto é, práticas de uso e parcelamento do solo inadequadas e deficientes (<http://lagavulin.ltid.inpe.br:1905/col/ltid.inpe.br/sbsr>, pesquisa em 12/01/2005).

O objeto principal da modelagem de erosão é o solo que apresenta padrões inerentes a cada classe em função de suas características físicas (especialmente granulometria e porosidade que determinam a capacidade de infiltração da água e resistência ao despendimento e transporte de material) e que podem ser alteradas pela ação antrópica quando sua estabilidade natural é rompida. Quando a ação do homem interfere as condições de relevo em que o solo ocorre associado as quantidades de chuvas incidentes podem agilizar ou não a formação de sulcos e ravinamentos que caracterizam erosão, dependendo basicamente da cobertura vegetal.

BERTONI & LOMBARDI in [http://www.agr.feis.unesp.br/noroeste/16acoes\\_compl.htm](http://www.agr.feis.unesp.br/noroeste/16acoes_compl.htm), pesquisa em 30/12/2004, observam que embora alguns solos sejam mais erodíveis que outros, deve-se lembrar que as quantidades de solos perdidas ocorrem em diferentes condições, são influenciadas não somente pelas próprias características, mas pelo tratamento ou manejo que recebem. Um mesmo solo pode perder grandes quantidades de solo quando sofre plantio morro a baixo em grandes declividades e pequenas quantidades em pastagem em áreas planas ou com culturas permanentes.

O modelo apresenta a susceptibilidade a erosão a partir das características naturais, a altitude e o uso, mostrando espacialmente onde estão os pontos mais sensíveis desses solos nas condições atuais de uso e indicar locais com possibilidade de sofrer alterações significativas por um evento antrópico, como é o caso do trânsito intensivo

de máquinas pesadas e da abertura de valas para a construção de um gasoduto. As classes de susceptibilidade de maior para menor na AID, como podem ser verificadas no mapa (Figura 20), ficaram assim distribuídas:

<b>Classe de Sensibilidade a Erosão</b>	<b>Área de Influência do Gasoduto (ha)</b>	<b>% da Área de estudo</b>
1 = Baixa sensibilidade	12.289,59	4,15
2 = Média sensibilidade	111.937,05	37,77
3 = Alta Sensibilidade	171.544,68	57,88
4 = Muito Alta Sensibilidade	622,98	0,20
Total de área avaliada	296.394,30	100

Como dito na metodologia, estas classes de sensibilidade a erosão refletem as condições naturais dos solos associadas a variações de altitude do terreno e agravadas ou minimizadas pelo manejo das áreas em função de seus respectivos usos, ou seja, dizem respeito a erodibilidade dos solos e não está associado a erosividade da chuva.

O mapa de erodibilidade (Figura 20) representa o risco potencial de erosão, classificado em quatro níveis, de acordo com as condições dos solos e de declividades, integradas e analisadas via SIG, para aquela condição de uso (manejo e cobertura vegetal).

Esse mapa pode servir ao empreendimento como alerta das classes onde, em função do tipo de solo e do uso atual, está mais sensível ao desenvolvimento de processos erosivos, determinando a aplicação de todos os recursos de proteção e prevenção definidos nos programas ambientais, uma vez que a obra é um potencial desagregador dos solos.

## *SÍNTESE DOS IMPACTOS*

Os principais impactos estão descritos a seguir.

### **1. Alteração na dinâmica dos processos erosivos e estabilidade dos solos**

Este impacto, de alta intensidade, ocorre em decorrência dos movimentos de solo, com objetivo de promover a abertura de valas, caminhos e estradas de serviço. A movimentação de partículas de solos pode causar colmatação ou depósito de sedimentos nas áreas mais baixas (fundos dos vales) e até o carreamento de partículas para os corpos de água, além da degradação visual. Este impacto está associado a áreas de relevo ondulado (13 a 20%) ou de maior grau de movimentação quando estão sujeitas às altas energias de relevo.

As encostas situadas nas vertentes que drenam para os cursos de água devem receber cuidados especiais, dada a fragilidade e importância destes ambientes. A desestabilização de encostas pode colocar em risco os próprios dutos e equipamentos, que podem ser expostos ou mesmo rompidos em decorrência de processos erosivos de intensidade variada.

#### **Medida Mitigadora**

Este risco é bastante diminuído se a variável for incorporada na fase de projeto, através de um programa de controle e prevenção de escorregamentos e erosão.

### **2. Alteração nas propriedades físico-químicas dos solos**

Classificado como de baixa intensidade, este impacto é resultante durante a fase de instalação das obras de abertura de valas, caminhos e estradas de serviço. Estes procedimentos, que mobilizam os solos, irão fornecer sedimentos oriundos de passivos ambientais existentes (processos erosivos instalados) para o escoamento superficial, redistribuindo-os, afetando a qualidade das águas superficiais e a deposição de material carregado.

#### **Medida Mitigadora**

Este impacto é minimizado através do Plano Ambiental da Construção, incorporando-se técnicas construtivas que resultem no menor movimento e exposição de solo possível. Durante a fase de operação, os impactos estão associados ao trânsito de equipamentos e pessoas para manutenção do sistema de dutos e a manutenção ou falta de manutenção dos sistemas de drenagem e dissipadores de energia construídos para minimizar os efeitos da erosividade das chuvas.

### 3.1.5 RECURSOS HÍDRICOS

Serão descritas as principais características dos sistemas de drenagem existentes na região, com especial atenção para as características e dinâmica dos domínios hidrográficos regionais, incluindo as superfícies de escoamento superficial, principais canais, áreas inundáveis e principais espelhos d'água da área de estudo. Também serão descritos os principais usos e usuários das águas, bem como os principais conflitos e problemas existentes.

A metodologia adotada para a realização deste trabalho partiu da transposição dos principais dados hidrográficos das folhas 1:50.000 do IBGE para fotografias em escala 1:30.000 da área de estudo, possibilitando a identificação dos principais rios (travessias necessárias), de forma a estabelecer os roteiros dos trabalhos de campo. Nestes trabalhos de campo foram anotadas as características das travessias e das bacias de drenagem, plotando-se esta informação, junto com a delimitação de bacias e sub-bacias, em plantas na escala 1:100.000. Isto permitiu a identificação de domínios hidrogeográficos (Figura 21) dentro da área de influência direta e sua inserção nas drenagens regionais. A seguir foram descritas as áreas atravessadas pelo duto.

#### *Domínios e Bacias de Drenagem na All*

Os domínios hidrogeográficos são áreas com tipo coerente de circulação da água, podendo ser uma bacia hidrográfica, uma seção de bacia hidrográfica ou várias bacias de características semelhantes. Para cada domínio serão descritas suas características inerentes a circulação da água e sua inserção dentro de bacias hidrográficas regionais (se for o caso). Estes domínios estarão restritos a All, considerada como uma faixa de 5 Km ao redor do duto até a litoral.

Os principais domínios de drenagem existentes na All estão descritos na Tabela 7.

#### *Principais Rios atravessados*

Os rios existentes apresentam a mesma variedade encontrada nas bacias de drenagem. Do ponto de vista da vazão, temos rios regionais de grande vazão, (como o Paraíba do Sul, o Itapemirim e o Itabapoana), rios locais, também com altas vazões (como o Macabú, o Ururaí, e o Jucú), pequenos córregos e rios de fluxo temporário ou sub-superficial (Tabela 8). A carga sólida dos rios geralmente é alta, devido à própria característica das bacias de drenagem. A maioria dos rios de menor porte não apresenta sinais macroscópicos de poluição. Já os rios de maior vazão apresentam-se bastante poluídos.

Tabela 7: Principais bacias de drenagem e suas características

Designação	Dimensão	Relevo	Topologia	Escoamento	Uso do Solo
Lagoa Cabriunas	Local	Baixada e Colinas	Estrutural e meandrante	Superficial e sub-superficial	Culturas/Pastos
Lagoa de Carapebus	Local	Baixada e Colinas	Estrutural e meandrante	Superficial e sub-superficial	Culturas/Pastos
Rio do Meio Rio Macabú Rio da Prata	Local	Baixadas e Colinas	Meandrante com canalização	Superficial e superficial saturado	Pasto / Cultura
Rio Ururai*	Local	Serra, Colinas e Baixada	Estrutural e meandrante com retificações	Superficial e superficial saturado	Pasto / Cultura
Rio Paraíba do Sul*	Regional	Serra, Planície Aluvial	Canal sobre sua própria planície fluvial	Superficial/ Sub-superficial	Vários
Norte Fluminense	Local	Tabuleiros	Acompanhando Paleo-vales	Superficial, sub-superficial, Saturado	Campos / culturas
Rio Itabapoana*	Regional	Serra e Planície fluvial	Estrutural e Meandrante	Sub-superficial, superficial,	Vários
Sul do Espírito do Santo	Locais	Tabuleiros, Colinas, Baixadas	Meandrante	Superficial e sub-superficial	Campos
Rio Itapemirim*	Regional	Serra Colinas e Baixadas	Estrutural e meandrante	Sub-superficial, superficial e saturado	Vários
Rio Iconha/ Rio Novo/ Canal do Pinto	Local	Baixadas / Colinas	Meandrante com retificações, acompanhando a paleo-drenagem	Superficial / Sub-superficial	Pasto / Cultura
Rio Benevente*/ Pongal	Local	Baixada / Colinas	Meandrante retificado seguindo a paleodrenagem	Superficial / Sub-superficial	Pasto - Cultura
Córrego Salinas/Rio Grande (Afluentes do Rio Benevente)	Local	Serra - Vales encaixados	Seguindo a estrutura geológica	Sub-superficial	Floresta
Guarapari - Rio Jabuti / Córrego Barra do Limão	Local	Serra com vales encaixados; Colinas e Baixadas, acompanha a paleodrenagem	Estrutural nas áreas de serras, seguindo paleo-canais nas colinas e baixadas	Sub-superficial, superficial	Floresta, Campos
Rio Jucú / Rio Santo Agostinho	Local	Serra, Planície fluvial e baixada	Estrutural e meandrante	Sub-superficial e superficial	Floresta – Campos
Rio Claro - Rio Jacarandá	Aflunte local do rio Jucú	Serra e Planícies	Estrutural e meandrante-retificados	Sub-superficial e superficial	Floresta – Campos

Excluído: D

Excluído: p

Designação	Dimensão	Relevo	Topologia	Escoamento	Uso do Solo
Rio Formater Rio Bubu Rio Santa Maria Canal dos Escravos	Local	Serra - Planícies Flúvio-Marinhas	Estrutural e meandrante, retificados em alguns pontos	Superficial e sub-superficial	Floresta - Urbana
Norte de Vitória	Local	Serra / Tabuleiro	Estrutural e seguindo paleo-canais	Sub-superficial e superficial	Floresta / Campos / Urbana

Excluído: D

\*Rios onde a travessia será feita através de furo direcional; nas demais será utilizada travessia convencional.

Tabela 8: Principais rios da área de estudo.

Nome	Vazão/Fluxo	Canal	Carga Sólida	Poluição	Veg. Ciliar
Rio Macabú	Grande/Baixa energia	10 m	Grande	Mediana	<u>degradada</u>
Rio da Prata	Grande/Baixa energia	10 m - retificado	Grande	Mediana	<u>degradada</u>
Rio Ururai*	Grande/Baixa energia	12 m - retificado	Grande	Crítica	<u>degradada</u>
Rio Paraíba do Sul	Grande/Alta energia	30 m	Grande	Crítica	<u>degradada</u>
Rio Itabapoana	Grande/ Alta energia	20 m	Grande	Crítica	<u>degradada</u>
Córrego Campo Novo	Intermitente	5 m	Pequena	Inexpressiva	<u>degradada</u>
Rio Muqui do Norte	Média / Baixa energia	10 m	Grande	Mediana	<u>degradada</u>
Canal do Pinto	Pequena / Baixa energia	3 m - retificado	Pequena	Pequena	<u>degradada</u>
Rio Novo	Média / Baixa energia	10 m - retificado	Pequena	Pequena	<u>degradada</u>
Rio Iconha	Média / Baixa Energia	10 m - retificado	Média	Pequena	<u>degradada</u>
Rio Pongal	Média / Baixa energia	7 m - retificado	Média	Pequena	<u>degradada</u>
Rio Benevente	Média / Baixa energia	10 m	Grande	Pequena	<u>degradada</u>
Rio Grande	Pequena / Alta energia	3 m	Pequena	Inexpressiva	<u>degradada</u>
Córrego Barra do Limão	Pequena / Alta energia	3 m	Pequena	Inexpressiva	<u>degradada</u>
Rio Claro	Pequena / Baixa energia	3 m - retificado	Pequena	Inexpressiva	<u>degradada</u>
Rio Jacarandá	Pequena / Baixa energia	5 m - retificado	Pequena	Inexpressiva	<u>preservada</u>
Rio Jucú	Grande / Alta energia	10 m	Grande	Crítica	<u>degradada</u>
Rio Santo Agostinho	Média / Baixa energia	5 m - retificado	Grande	Crítica	<u>degradada</u>
Rio Formater	Média	7 m	Grande	Crítica	<u>degradada</u>
Rio Bubu	Média	7 m	Grande	Crítica	<u>degradada</u>
Rio Santa Maria	Média	7 m	Grande	Crítica	<u>degradada</u>
Canal dos Escravos	Média / Baixa energia	7 m	Grande	Crítica	<u>degradada</u>

### *Lagoas e Lagunas na All*

A área de estudo apresenta algumas lagoas e lagunas receptoras de rios locais, que podem ser afetadas indiretamente pela implantação do gasoduto. As mais afetadas serão:

<b>Nome</b>	<b>Características</b>
Lagoa Feia	Situada no Norte Fluminense, ao sul da calha do Rio Paraíba do Sul, sendo geneticamente relacionada ao delta deste rio; recebe as águas de vários rios locais, como o do Meio, o Macabú, o Prata e o Ururaí; está ligada ao mar pelo canal da Flecha; vem sofrendo problemas associados a poluição e assoreamento;
Lagoa das Pedras	Situada ao norte do Rio Paraíba do Sul, estando geneticamente associada a este rio. Não apresenta problemas de poluição e assoreamento; será diretamente afetada pela instalação do empreendimento.

### *Áreas Inundáveis na All*

Podemos determinar a existência de três tipos de áreas inundáveis na área de estudo:

<b>Nome</b>	<b>Características</b>
Brejos	São as áreas onde a evolução geológico-geomorfológica produziu vales afogados, com o fluxo do vale se dando de forma sub-superficial, concentrando-se em vários pontos; algumas alterações antrópicas ampliam esta concentração como a construção de estradas;
Planícies inundadas	São áreas em planícies flúvio-lacustres ou flúvio-marinhas que se apresentam permanentemente cobertas por águas, ou com solos de características hidrófilas;
Planícies de inundação	São as áreas ocupadas pelos maiores rios da região, quando de seu período de cheias, ficando parte do ano seca.

### *Recursos Hídricos e usuários da água na All*

O principal recurso hídrico da região está associado a captação de água para consumo humano, havendo um equilíbrio geral entre os sistemas de captação em rios e a captação direta em poços, a primeira predominando nos principais núcleos urbanos (inclusive turísticos), e o segundo predominando em áreas rurais e municípios mais pobres.

Este mananciais sofrem problemas associados a poluição, mesmo em áreas rurais,

devido ao lançamento de agrotóxicos, e dos próprios rios regionais mais importantes.

#### *Principais problemas detectados*

Os sistemas hidrológicos da área de estudo apresentam-se bastante modificados, principalmente nas áreas de baixada, em função dos sucessivos trabalhos de retificação e drenagem de rios. Nas áreas de colinas/tabuleiros as modificações são menos sensíveis, associadas a modificação da cobertura do solo. Nas áreas serranas os sistemas permanecem com sua configuração natural.

As principais questões ambientais existentes são:

Poluição	Ocorre principalmente nas áreas urbanas e nos grandes rios regionais, bem como nas áreas de lavoura (associada ao uso de agro-tóxicos). Este problema se torna crítico nos rios de maior porte, tendo importante desdobramento na vida da região, pois poderá afetar o abastecimento de água, e a própria balneabilidade das praias, importante recurso turístico regional;
Enchentes	Eventos deste tipo estão associados aos rios de grande porte, tendo grau de criticidade pequeno em função da esparsa ocupação urbana;
Torrentes	Ocorrem nos vales da região serrana, podendo causar perda de vidas e propriedades;
Assoreamento	Devido as alterações nos sistemas hidrológicos e geomorfológicos, as lagoas e rios da região vêm sofrendo processo de assoreamento, com implicação nos problemas de enchentes.

#### *Características Hidrogeográficas das travessias e áreas cortadas pelo duto*

##### G-1 - Tipologia de travessias:

Tendo em vista a descrição dos sistemas de drenagem e recursos hídricos realizada anteriormente, podemos estabelecer os seguintes tipos de travessias de corpos d'água a serem realizadas pelo GASCAV.

Tipo	Descrição
I	Canais dos rios regionais que atravessam a região
II	Canais dos rios locais que atravessam a região
III	Canais dos afluentes dos rios locais
IV	Canais temporários, das áreas de colinas
V	Rios e vales da região serrana
VI	Lagoas e Lagunas
VII	Brejos
VIII	Planícies de inundação
IX	Áreas permanentemente inundadas

#### *Principais travessias*

Foram identificados os seguintes pontos notáveis de travessias de recursos hídricos:

**PnH-01:** Norte da BR-101, Vitória, próximo ao canal dos escravos.

Diagnóstico	Planície fluvio-marinha, com áreas permanentemente inundadas e áreas inundáveis; indícios de poluição;
Prognóstico	Área tende a manter as mesmas características físicas, com aumento da poluição.

**PnH-02 :** Travessia do Rio Jucú.

Diagnóstico	Rio local com canal de 10 metros, correndo sobre planície fluvial; com sinais de poluição;
Prognóstico	Tendência ao assoreamento e aumento da poluição do canal.

**PnH-03:** Travessia do Rio Claro e sua planície.

Diagnóstico	Canal de 2 metros, retificado, de pequena energia, sobre planície fluvial plana; não apresenta indícios de poluição;
Prognóstico	Tendência ao assoreamento do canal.

**PnH-04:** Travessia do Rio Boa Esperança/Jabuti/Serrano.

Diagnóstico	Vales encaixados em área de Serra, com direção norte-sul; canal de pequena largura, alta energia de fluxo, carga sólida pequena, blocos sobre o leito, sem indícios de poluição;
-------------	--

Prognóstico	Tendência à manutenção das características físicas; aumento da carga sólida em função da instabilização da encostas associada ao desmatamento; aumento ligeiro da poluição.
-------------	---

**PnH-05:** Travessia do Rio Grande.

Diagnóstico	Vale em área serrana, encaixado, sentido leste-oeste; canal de pequena dimensão; fluxo turbulento; sem sinais de poluição; blocos sobre o talvegue;
Prognóstico	Tendência ao aumento da carga sólida em função da instabilidade das encostas; aumento da poluição em função da ocupação humana.

**PnH-06:** Travessia do Rio Iconha.

Diagnóstico	Canal com 5 metros de largura; retificado; sinais de poluição ligeira; carga sólida grande; baixa energia; planície fluvial larga;
Prognóstico	Aumento de assoreamento do canal devido a erosão; ligeiro aumento dos níveis de poluição.

**PnH-07:** Travessia do Rio Novo.

Diagnóstico	Canal de 10 metros, retificado, de pequena energia, sobre planície fluvial plana; indícios de poluição;
Prognóstico	Tendência ao assoreamento do canal.

**PnH-07a:** Travessia do Rio Benevente.

Diagnóstico	Canal de 10 metros, retificado, de pequena energia, sobre planície fluvial-marinha plana; indícios de poluição;
Prognóstico	Tendência ao assoreamento do canal.

**PnH-08:** Travessia do Rio Itapemirim.

Diagnóstico	Rio de expressão regional; meandrante; canal com 30 m de extensão; 5 metros de profundidade; energia alta; carga de sedimentos grande; indícios de poluição;
Prognóstico	Assoreamento e aumento da poluição.

**PnH-09:** Travessia do Brejo Grande do Norte.

Diagnóstico	Vale afogado, fluxo sub-superficial; áreas inundadas e inundáveis; efeitos negativos da estrada (barragem das águas);
-------------	---

Prognóstico	Ligeiro aumento do assoreamento e da área inundável.
-------------	--

PnH-10: Travessia do Rio Itabapoana.

Diagnóstico	Rio de expressão regional; canal de 25 metros de largura e 5 metros de profundidade; grande vazão, alta energia; carga sólida grande; sinais de poluição;
Prognóstico	Aumento da poluição.

PnH-11: Travessia da Planície de inundação do Rio Itabapoana.

Diagnóstico	Planície de inundação larga; intervalo de recorrência pequena;
Prognóstico	Aumento dos problemas de inundação.

PnH-12: Travessia de Brejo – Córrego Santa Luzia – Área de tabuleiros.

Diagnóstico	Vale plano, afogado; áreas inundadas e inundáveis; fluxo sub-superficial;
Prognóstico	Aumento das áreas inundáveis e assoreamento devido à erosão.

PnH-13: Travessia de Rio Temporário - após o córrego Marambá.

Diagnóstico	Pequena linha de drenagem de fundo plano; área inundável; fluxo sub-superficial;
Prognóstico	Não haverá modificações nas condições da área.

PnH-14: Travessia da Lagoa das Pedras.

Diagnóstico	Espelho d'água interligado ao Rio Paraíba do Sul; qualidade da água macroscopicamente boa; margens ocupadas com despejos de agrotóxicos; áreas de taboa ao redor da lagoa; áreas florestadas na sua parte interna;
Prognóstico	Aumento da poluição devido ao aumento da ocupação.

PnH-15: Travessia do Rio Paraíba do Sul.

Diagnóstico	Rio de expressão nacional; canal com 200 m de extensão e ilhas no seu leito; profundidade pouco expressiva; área de extração de areais; grande vazão e alta energia; carga sólida grande; poluição visual crítica; extensa área de inundação;
Prognóstico	Aumento da poluição.

**PnH-16:** Travessia do Rio Ururáí.

Diagnóstico	Rio de expressão local; 10 m de largura e grande vazão; sinais de poluição; grande carga sólida;
Prognóstico	Aumento da poluição.

*Diagnóstico Hidrogeográfico das variantes propostas***Variante 1**

A variante 1 está situada próxima ao Rio Itabapoana, divisa entre Rio de Janeiro e Espírito Santo, incluindo a travessia deste rio. Está inserido no médio-baixo curso do rio Itabapoana. Este trecho pode ser diferenciado em 3 segmentos, de acordo com as características hidrogeográficas da área atravessada.

O primeiro segmento atravessa uma área de colinas em que predominam fluxos pluviais com escoamentos superficiais, que se concentram em linhas de drenagem temporais ou de pequena vazão, com forte incremento nos períodos pluviais. Este sistema é articulado com o canal do rio Itabapoana.

O segundo segmento corta a planície do Rio Itabapoana, cuja característica marcante é a presença de canal auxiliar e alagamento periódico (período de cheias no rio) e lençol freático muito próximo à superfície.

O terceiro é a própria travessia do Rio Itabapoana que apresenta uma largura de 20 metros, com 15 metros de profundidade, com uma vazão média de 30m<sup>3</sup>, com forte incremento durante as chuvas. As águas deste rio já apresentam sinais macroscópicos de poluição.

Esta variante não apresenta características diferentes daquelas existentes no trecho original.

**Variante 2**

Esta variante atravessa uma área de colinas, em que predominam fluxos superficiais pluviais que se concentram em linhas de drenagem temporárias, articuladas com a calha do Rio Itapemirim. Este trecho apresenta segmentos de fluxo pluvial de alta energia e segmentos que contém linhas de drenagem temporárias. Estas linhas de drenagem temporárias mantêm um fluxo sub-superficial na direção do vale que, interrompido gera áreas alagadas.

Esta variante não apresenta modificações, do ponto de vista hidrogeográfico, em

relação ao traçado anterior.

### **Variante 3**

A variante 3 está situada próximo ao Rio Novo, numa região de colinas onde predominam fluxos superficiais pluviais que se concentram em linhas de drenagens temporárias nos vales inter-colinas. Este sistema está articulado ao Rio Novo, ao sul.

Esta variante apresenta segmentos contidos em terrenos de colinas cortando tanto superfícies de drenagem superficial direta quanto linhas de drenagem temporárias.

Dois outros segmentos podem ser destacados: o primeiro corta a planície individual do Rio Benevente, uma área que predominam fluxos horizontais, permanecendo grande parte do ano alagada ou com lençol freático sub-aflorante. O segundo segmento é a travessia do Rio Benevente, que no local apresenta uma largura de 10 m, com 1 m de profundidade, canal retificado e escoamento lento, com 10m<sup>3</sup>/s.

Esta variante apresenta diferenças marcantes em relação ao traçado original, pois este se caracterizava por fluxos verticais em áreas embrejadas; e aquele atravessa áreas de fluxo superficial pluvial de alta energia articulado à linha de drenagem temporária inter-colinas.

Apesar desta diferença marcante, a magnitude dos impactos não será diferenciada.

### **Variante 4**

A variante 4 situa-se entre a BR-101, seguindo paralela à estrada até a localidade de Araçatiba, próximo à planície do Rio Jucu. Esta variante tem uma extensão de 45 km, atravessando várias bacias locais, que deságuam no litoral entre Guarapari e Vitória. Estes rios caracterizam-se por um alto curso em terreno de serra, com escoamentos regulares de alta energia e baixa carga de poluentes; médios cursos em áreas de colinas, antropizadas, cortadas pela BR-101, e com pontos de poluição, principalmente a estrada, núcleos urbanos de baixa densidade; e baixos cursos meandrantés, desaguando em áreas de mangue, muitas vezes atravessando áreas urbanas densas e/ou em expansão, já com índices de poluição expressivos. Esta variante pode ser dividida nos seguintes trechos:

- variante 4/1 – este trecho situa-se entre o início da variante e a travessia de ES-481. Este trecho atravessa uma área de planícies cuja hidrografia é caracterizada pelo fluxo horizontal da freateis, sendo predominantemente inundável.

- variante 4/2 – este trecho situa-se entre a ES-481 e a travessia do Rio Jaboti. É uma região de colinas em que predominam fluxos pluviais superfícies, intercalada a planícies fluviais, com lençol sub-aflorante, com possibilidade de inundação.

- variante 4/3 – trata-se da travessia do Rio Jabuti. Neste trecho o Rio Jaboti tem uma largura de 10 metros e pouco mais de 10 metros de profundidade já apresentando sinais macroscópicos de poluição.
- variante 4/4 – este trecho atravessa uma área serrana, onde predominam fluxos pluviais superficiais e sub-superficiais.
- variante 4/5 – este trecho localiza-se entre a BR-101 e a localidade de Araçatiba. Nesta região predominam fluxos superficiais diretos, que se concentram em linhas de drenagem temporárias nos vales inter-colinas.
- variante 4/6 – este trecho situa-se na planície do Rio Jucu. Esta área caracteriza-se por fluxos pluviais e fluxos verticais, com possibilidade de enchentes.
- variante 4/7 – este trecho de travessia do Rio Jucu. Este local do canal apresenta uma largura de 30 metros, com 1,5 metro de largura, com forte incremento de vazão durante as chuvas.

Esta variante apresenta diferenças marcantes em relação ao traçado original. No traçado anterior predominavam fluxos pluviais sub-superficiais e superficiais, que se concentravam em linhas de drenagem de pequena vazão e alta energia, pouco modificadas pela ação antrópica. A variante atual corta terrenos em que predominam fluxos superficiais já que a área apresenta um maior grau de antropização.

#### **Variante 5**

A variante 5 está situada próximo à represa Duas Bocas. Nesta área predominam fluxos superficiais e sub-superficiais, concentrados em linhas de drenagens permanentes, com forte aumento de vazão em meses chuvosos e eventos pluviais. Estas linhas de drenagem estão articuladas a sul com o Rio Formate e a norte com o Rio Duas Bocas. O traçado tende a não cortar as linhas de drenagem, desenvolvendo-se paralelamente as drenagens.

Esta variante não apresenta diferenças substanciais em relação ao traçado original, diferindo apenas quanto ao maior potencial de ocorrência de fluxos superficiais diretos na nova variante.

#### *Prognóstico Ambiental*

A tendência de toda a região aponta para um grau ainda maior de modificação dos sistemas, com exceção das áreas serranas, que devem manter-se preservadas. Quanto às questões ambientais, existe uma tendência para o agravamento dos problemas, com a ampliação da presença humana nas cidades da região, e com a intensificação do uso do solo.

## SÍNTESE DOS IMPACTOS

### **1. Alterações na topologia, geodinâmica e hidrodinâmica de canais permanentes**

Este impacto será causado pela implantação de travessias nos rios permanente, com conseqüente implantação de canteiros de obras junto a eles. Também haverá participação dos processos de erosão das encostas e modificações nos processos hidrodinâmicos nos vales temporários afluentes. Este impacto se manifestará por modificações na forma dos canais (com tendências a modificação da profundidade), dos processos geodinâmicos (ampliação dos processos deposicionais, no geral, e ativação de processos de erosão pontual); e hidrodinâmicos (diminuição dos fluxos médios no canal). Dada a variabilidade da dinâmica dos trechos atravessados e das formas de travessia, torna-se difícil prever as alterações específicas em cada canal.

Trata-se de um impacto negativo e direto; de ocorrência em médio prazo e permanente (principalmente em função da dinâmica dos sistemas fluviais); apenas parcialmente reversível (desde que tomadas as medidas adequadas). Sua abrangência é local (trechos de no máximo 1 Km a montante e jusante do ponto atravessado), mas que se repete em vários pontos do traçado.

A magnitude deste impacto deve ser considerada mediana; a intensidade deve ser considerada também mediana, pois tende a afetar outros sub-sistemas (geomórfico e sócio-cultural); a significância foi considerada pequena pois os rios atravessados já se encontram em processo de alteração, independentemente do atual empreendimento.

**Avaliação do impacto em relação ao novo traçado:** a adoção do novo traçado não altera de forma substancial a ocorrência deste impacto.

**Medidas mitigadoras:** as medidas mitigadoras estão associadas a uma operação racional dos canteiros de obras; evitar alocação de material junto aos rios; limitação de modificação das FMPs; e monitoramento dos sistemas atingidos; além das medidas de limitação dos impactos na erosão e carreamento se solos.

### **2. Aumento dos problemas de enchentes**

O impacto nos eventos de enchentes ocorrerá caso não sejam tomados cuidados com os impactos de carreamento de sólidos, assoreamento e modificação das vazões, e caso os dutos não sejam colocados a profundidade adequada na calha dos rios, formando zonas de retenção de fluxos.

Este impacto se comporta de maneira bastante diferenciada na área do gasoduto. Os rios de maior porte só serão afetados no caso de colocação inadequada de dutos; os afluentes locais podem sofrer impactos mais intensos, dependendo do grau de

modificação de suas bacias e dos rios a montante. O impacto será mais intenso durante a fase de implantação do empreendimento se propagando para a fase de operação.

Em uma matriz geral, estes impactos devem ser considerados de pequena importância pois: a contribuição na enchente dos rios de maior porte será muito pequena; os afluentes locais poderão sofrer impactos, mas estes serão localizados; existem medidas mitigadoras para evitar problemas de assoreamento e modificação de fluxos, e normas rígidas a serem cumpridas para instalação de dutos em travessia de rios. Apesar da grande abrangência deste impacto sua significância é considerada pequena, pois não haverá uma ampliação relevante da área afagável ou da frequência dos eventos.

Excluído: Num Tabela geral

**Avaliação do impacto em relação ao novo traçado:** a adoção do novo traçado não altera de forma substancial a ocorrência deste impacto.

**Medidas recomendadas:** As medidas mitigadoras para este impacto são:

Aplicar medidas mitigadoras descritas para o impacto carregamento de sólidos, assoreamento, modificação de fluxos e assoreamento;

Aplicar as normas para travessia de rios e canais;

Monitorar a vazão dos rios mais impactados (T3).

### 3. Possibilidade de ocorrência de poluição hídrica

O impacto “poluição hídrica” está associado ao lançamento de esgotos e águas servidas, bem como resíduos de limpeza de máquinas, nos corpos d’água existentes, sendo tal impacto exclusivo da fase de implantação, estando excluídos os impactos associados ao aumento da carga sólida descritos junto com o impacto carregamento de sólidos/assoreamento.

Este impacto será irrelevante nos rios de maior porte (T1 e T2), uma vez que estes rios já encontram-se bastante poluídos, por cortarem zonas agrícolas e/ou urbanas e/ou industriais (também em função de sua maior vazão de diluição). Nas travessias dos afluentes locais (T3), lagunas e lagoas, e rios em Serra, o impacto pode ser maior em função do menor grau de modificação destes recursos hídricos. Entretanto, mesmo nestes locais, os impactos não deverão ser expressivos, pois a permanência do canteiro de obras será muito pequena.

Trata-se de um impacto direto e negativo; imediato, temporário e reversível (desde que tomados os cuidados necessários); de abrangência pontual, mas que tende a se multiplicar por vários pontos do duto. A magnitude pode ser considerada mediana, mas a intensidade e significância devem ser consideradas pequenas.

**Avaliação do impacto em relação ao novo traçado:** a adoção do novo traçado não altera de forma substancial a ocorrência deste impacto.

**Medidas recomendadas:** As medidas recomendadas para este impacto estão associadas a organização do canteiro de obras. São elas:

Adoção de sistema básico de tratamento de efluentes nos locais de permanência dos canteiros de obras;

Evitar a lavagem e troca de óleo de máquinas e caminhões “*in situ*”, procurando realizar tal tarefa em postos aparelhados para tal; caso não seja possível, faz-se necessária a escolha de local adequado para tal tarefa, de forma a não haver vazamento de óleo para o lençol freático ou cursos d’água.

Acondicionar o lixo do canteiro de obras de maneira adequada e transferi-lo para depósitos de lixo assim que possível, evitando sua permanência a céu aberto próximo a corpos d’água e/ou seu lançamento direto nos rios e lagoas;

Realizar a monitoria da poluição hídrica nos locais de travessia tipo T3, em que os canteiros permaneçam por períodos de tempo mais longos.

#### **4. Aceleração dos processos de diminuição da disponibilidade de recursos hídricos**

Este impacto tende a ser causado pelas modificações na hidrogeografia e hidrodinâmica das sub-bacias atravessadas, principalmente daquelas de menor expressão. De fato, as alterações ambientais em curso (retirada da vegetação, urbanização, erosão, atulhamento dos vales, captação irresponsável) tendem a provocar uma sensível diminuição do potencial dos recursos hídricos (tanto a nível de qualidade quanto de quantidade de água). A implantação do duto gerará uma série de impactos que tendem a acelerar (de forma pouco relevante) este processo. Principalmente alterações nos processos geodinâmicos e hidrodinâmicos dos canais semi-permanentes e dos rios de primeira ordem, nas áreas de colinas e tabuleiros.

Este é um impacto negativo e direto; de médio prazo, permanente e irreversível; de abrangência geral. A magnitude deste impacto é alta pois atuará em grande parte das bacias atravessadas pelo duto; sua intensidade pode ser considerada baixa; sua significância também é considerada baixa, em função da ocorrência deste processo independentemente da implantação do duto.

**[U1] Comentário:** Faltam informações sobre a **Avaliação do impacto em relação ao novo traçado e Medidas Recomendadas**

---

## LITERATURA CONSULTADA

CAMARGO M. N., KLAMT, E. & KAUFFMAN, J. H. 1987. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V.12, nº 1, p11-13.

CARVALHO FILHO, A. LUMBRERAS, J. F. & SANTOS, D. S. 2000. **Os Solos do Estado do Rio de Janeiro**. Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. CPRM/MAA/EMBRAPA/CNPS. Brasília. DF.

D'AGOSTINI, L. R. 1999. **Erosão: O Problema mais que o Processo**. Florianópolis. Ed. da UFSC. 131p.

EMBRAPA. 1995. **Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos**. Brasília: Serviço de Produção de Informações.

EMBRAPA. 1999. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Serviço de Produção de Informações.

FONTES, L. E. F. & FONTES, M. P. F. 1992. **Glossário de Ciências do Solo**. Viçosa: Departamento de Solos / UFV.

LEPSCH, I. F. 1983. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação das terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas, Soc. Bras. Ciênc. do Solo. 175 p.

MACIAS VASQUES, F., 2000. Departamento de edafologia e Química Agrícola da Universidade de Santiago de Compostela. <http://www.usc.es/cptf>

RAMALHO FILHO, & BEEK., K. J. 1995. **Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras**. 3 ed. Ver. Rio de Janeiro. EMBRAPA-CNPS. 65p.

OLIVEIRA, J. B. *et al.* 1992. **Classes Gerais de Solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP.

PRADO, H. 2001. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação e levantamento**. 2 ed. Ver. E ampl. Piracicaba. 220p.