

## ***B - Geologia e Geomorfologia do Trecho Terrestre***

Para a caracterização da geologia e geomorfologia do trecho terrestre das atividades de produção de gás e condensado do Campo de Mexilhão, foi realizado um levantamento de dados secundários, bem como de dados primários, através de visita ao local onde será instalado o gasoduto.

O trecho terrestre do gasoduto cortará a planície situada no amplo vale aberto, atualmente ocupado pela Fazenda Serramar, no município de Caraguatatuba, litoral norte do Estado de São Paulo.

A área se caracteriza pelos seguintes aspectos:

- ★ local de relevo plano, acentuando-se rumo à Serra do Mar;
- ★ presença de escoamento superficial e subterrâneo.
- ★ presença de rocha fresca e alterada em profundidade, com espessas coberturas de solo autóctone e alóctone;
- ★ ação antrópica pela modificação do curso das drenagens, pela abertura de canais de drenagem e diques, e pela exploração mineral;
- ★ retirada do solo original em muitos locais,
- ★ existência de uma malha de acessos, na forma de estradas e caminhos, o que facilita o deslocamento na área.

Existem poucos afloramentos de rochas no trecho terrestre de instalação do duto. Além dos morrotes, existentes ao longo dos terrenos planos da Fazenda Serramar, aflora no flanco NE da serra do Camburú, à meia encosta, um lajedo composto por gnaisses migmatizados com fraturamento de acordo com a direção regional.

O relevo é plano em praticamente toda extensão do trecho terrestre onde será instalado o duto, com exceção de morrotes, como o do Paes (com 80m de elevação), localizado nas proximidades da área de implantação da UTCGA.

O restante da área se exhibe como um grande anfiteatro, balizado pelos contrafortes da Serra do Mar. As drenagens mais proeminentes são o rio Camburu – flanco NE da serra homônima – e o rio Paraçununga, flanco SE da serra Camburu, ambos convergindo rumo ao mar.

## **B1 - Geologia**

A área objeto desse estudo está inserida na porção central da Província da Mantiqueira. A Província da Mantiqueira é uma entidade tectônica, ao longo da costa Atlântica, com cerca de 3.000 km de área e orientação NNE-SSW.

É constituída por litologias pertencentes ao Complexo Costeiro de idade Arqueana, onde as foliações das rochas se orientam, em geral, paralelamente à costa e são compostas, predominantemente, de rochas granitóides, gnaisses e migmatitos (Almeida & Hassui, 1984; Bizzi *et al.*, 2003).

A Província Mantiqueira apresenta uma vasta extensão de terrenos graníticos gnáissicos, com cinturões de rochas verdes (*greenstones belts*) associados a rochas de alto grau metamórfico, com destaque para as granulíticas. Tais unidades Arqueanas compõem o substrato regional, que é constituído por supracrustais proterozóicas inferiores, afetadas posteriormente no Ciclo Brasileiro (Dardenne & Schobbenhaus, 2001; Almeida & Carneiro, 1998).

Os falhamentos da região são constituídos por falhas transcorrentes que compõem feixes sub-paralelos e oblíquos, anastomosados ou não, e tais falhamentos constituem-se pela presença de ultramilonitos protomilonitos, com marcante foliação cataclástica em tais litologias, e em geral tais falhas são transcorrentes (Bizzi *et al.*, 2003; Dehler *et al.*, 2000).

As falhas de caráter normal que ocorrem na Serra do Mar, estão relacionadas com a tectônica mesozóico-cenozóica e a abertura do oceano Atlântico, a qual é responsável pela intrusão dos diques de rochas básicas existentes no Complexo Costeiro continental e nas vertentes da ilha de São Sebastião (Dehler *et al.*, 2000; Heibron *et al.*, 1995).

A região em apreço está na área de influência da Faixa de Dobramentos Ribeira, sendo caracterizada por um enxame de falhas longitudinais subverticais. No Cenozóico, esse conjunto foi afetado por um importante soerguimento da zona central, originando assim o relevo da Serra do Mar.

A Serra do Mar é um conjunto de escarpas festonadas, com cerca de 1.000 Km de extensão, em que termina o Planalto Atlântico, no trecho voltado para a Bacia de Santos. A geomorfologia litorânea do norte do estado de São

Paulo caracteriza-se como uma típica borda de planalto, sendo sua origem atribuída à tectônica de movimentação vertical realizada no Cenozóico.

Os conhecimentos sobre a estratigrafia da Bacia de Santos obtidos pela Petrobras indicam a existência de um relevo destacado no Cretáceo Superior. A erosão deste relevo forneceu grande quantidade de detritos grossos, que se acumularam na plataforma externa e na borda proximal da bacia, formando uma proto-serra do Mar.

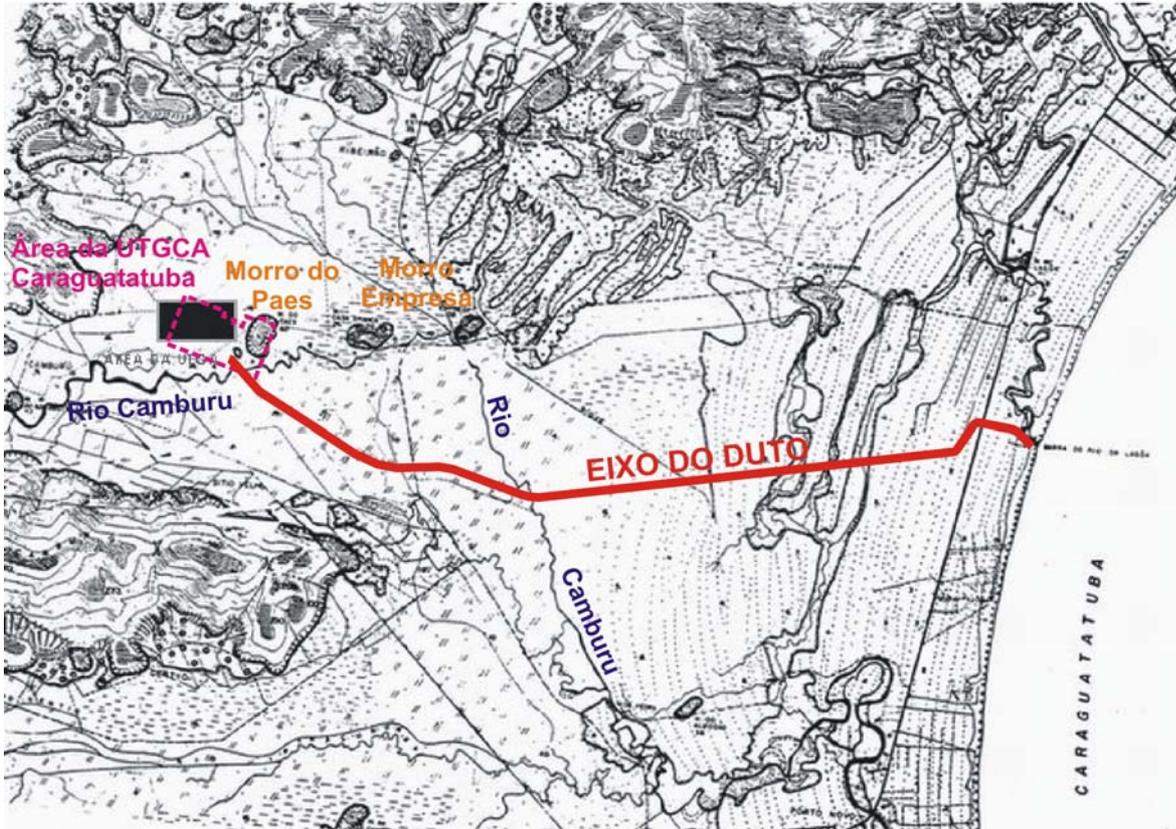
O sistema de montanhas representado pela Serra do Mar constitui a mais destacada feição orográfica da borda atlântica do sudeste do continente sul americano (Cruz, 1974a; Cruz, 1974b).

Com orientação Nordeste, a Serra do Mar é constituída por rochas do Arqueano até o Proterozóico Inferior, que durante a gênese dessa porção da crosta, integravam as estruturas Proterozóicas vinculadas à formação dos supercontinentes Atlântica, Rodínia e Gondwana.

As colisões de placas tectônicas e os soerguimentos (progressivos e pulsativos), associados aos efeitos da compensação isostática, e a constante erosão, formaram os grandes setores da Serra do Mar.

Aos eventos tectônicos, mencionados acima, associam-se a retomada de fenômenos magmáticos que resultaram nas intrusões basálticas (diques básicos) na área da bacia e nas intrusões alcalinas na região costeira Ilha de São Sebastião e plataforma rasa atual.

Assim, a Serra do Mar resultou de erosão diferencial regressiva, adaptando-se nesse processo à extrema diversidade de estruturas geológicas e de resistência diferencial das rochas à erosão, bem como à morfotectônica que se manifestou no Planalto Atlântico (Figura II.5.1.4-12).



**Figura II.5.1.4-12** - Feições Hidrográficas da Fazenda Serra Mar na década de 80 – anteriormente à antropização da área.

#### a) Geologia Regional

As unidades litoestratigráficas identificadas na região e sua distribuição são descritas abaixo e podem ser visualizadas no Mapa Geológico Regional (Figura II.5.1.4-13).

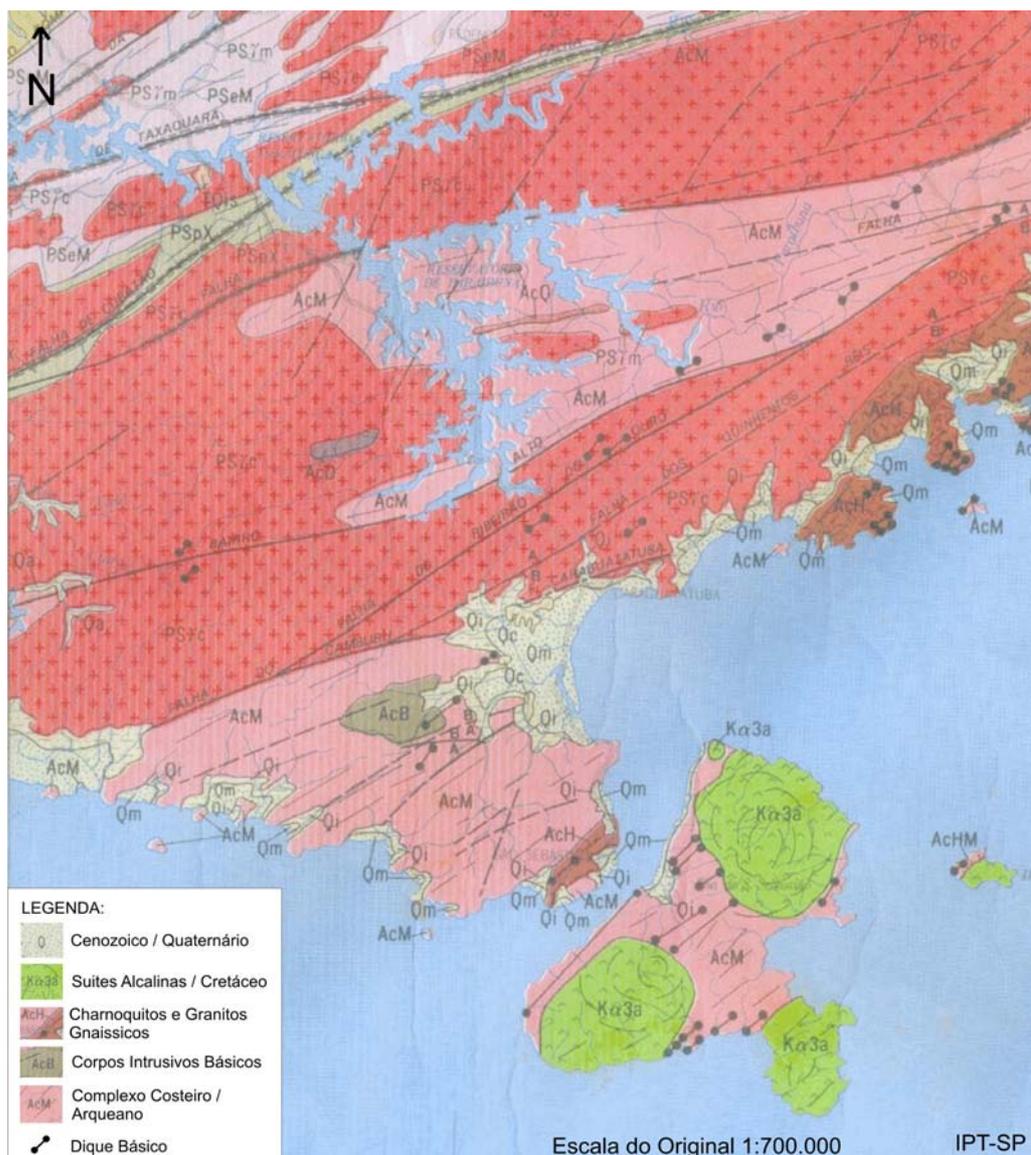
- *Complexo Costeiro / Arqueano*

O Complexo Costeiro estende-se do Rio de Janeiro até Santa Catarina, constituindo-se de amplo domínio crustal que se sujeitou a processos policíclicos. Cada unidade do Complexo Costeiro está simbolizada, quer no mapa como no presente texto por nomes abreviados, e constam dessa unidade: Migmatitos; metatexíticos de estruturas variadas; diatexitos (ACM); piroxênios granulitos; granulitos quartzo feldspáticos; kinzigitos; charnoquitos e rochas granito-

gnaissicas, incluindo anfibolitos e serpentinitos localmente migmatizados (Ach); destacam-se os charnoquitos, kinzigitos, e rochas granito – gnáissicas a hiperstênio com migmatização e feldspatização sobre-postas (AcHM); mais restritamente identificam-se metagrabos, metadioritos, quartzo dioritos gnaissicos e orto anfibolitos (AcB); metadioritos, quartzo gabros, e quartzo dioritos (AcD); há micaxistos, magnetitas xistos, xistosos magnesianos e subordinamente intercalações quartzíticas; calciossilicáticas e filitosas (AcX); mármores dolomíticos e calcáreos cristalinos (AcC); os quartzitos, magnetitas quartzitos e quartzitos calciosilicáticos estão agrupados na unidade:AcQ.

- *Suites Graníticas Sin Tectônicas /Pré-Cambriano*
  - ★ *Fácies Cantareira:* Representadas por corpos para-autóctones e alóctones, foliados, granulação fina a média, textura porfirítica freqüente; contatos parcialmente concordantes e composição granodiorítica a granítica.
  - ★ *Fácies Migmatítica:* corpos autóctones orientados, de contatos concordantes a transicionais, incluindo anatexitos, nebulitos e aftálmicos, predominantemente de composição tonalítica a granítica.
- *Suites Alcalinas: Intervalos K $\alpha$ 3 – ( 65 A 90 m.a)*

Os corpos Alcalinos do Litoral Norte estão representados pelas ilhas de São Sebastião, Monte do Trigo, dos Búzios de origem vulcânica. A composição litológica dessas ilhas inclui: nefelina sienitos, pulaskitos, teralitos, essexitos, nordmarkitos, tinguaitos, e álcali sienitos. Essas litologias são cortadas por diques não individualizados de micro–sienitos, traquitos, lamprófiros, fonolitos tinguaitos, nordmarkitos e teschenitos.



**Figura II.5.1.4-13 - Mapa Geológico Regional.**

- **Cenozóico**
  - ★ Sedimentos Continentais Indiferenciados (Qi): São depósitos continentais que incluem; sedimentos elúvio-coluvionares de natureza areno-argilosa e depósitos variados associados às encostas.
  - ★ Sedimentos Marinhos Mistos (Qm): São sedimentos atuais a subatuais, que incluem terrenos arenosos praias, depósitos marinhos localmente retrabalhados por ação fluvial e/ou eólica, terrenos arenos-siltico-argilosos de deposição flúvio-marinho-lacustre e depósitos de mangue.

- ★ Sedimentos Aluvionares (Qa): Consistem em aluviões, incluindo areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais, as quais ocorrem subordinadamente, em depósitos de calha e/ou terraços.

#### *b) Geologia Local*

O conjunto de litologias pertencentes ao Complexo Costeiro de idade Arqueana que compõem a Serra do Mar, margeia toda a planície Quaternária da região de Caraguatatuba. Diques de rochas básicas, atribuídos à abertura do assoalho Atlântico, encontram-se alinhados ao longo do Complexo Costeiro.

No município de Caraguatatuba, observam-se afloramentos de granodioritos na praia Perequê-Mirim, que se prolongam até Ubatuba. Entre Caraguatatuba e São Sebastião, na praia da Enseada, há afloramentos de pegmatitos com dobras ptigmáticas.

As foliações das rochas encontram-se orientadas paralelas ou sub-paralelas a estruturas rúpteis regionais, como as falhas de Camburu e Caraguatatuba, e outras pertencentes ao mesmo sistema, que se distribuem até a região oceânica, estando inseridas dentro de faixa estrutural Apiaí.

A faixa estrutural Apiaí se distribui conforme a direção SW - NE, mantendo tal estruturação geotectônica, e na maioria dos afloramentos e pontos geológicos vistoriados, a foliação das litologias está conforme SW - NE/N40 – 70, e com menor expressão, observam-se falhamentos secundários com direção N-S, como é o caso do lajedo na vertente NE da Serra do Camburu, onde se encontra o Sitio Velho, conforme a Figura II.5.1.4-14. As litologias eruptivas de natureza básica – diques - estão alinhadas de acordo com a direção regional - SW-NE, das rochas encaixantes.



**Figura II.5.1.4-14** - Afloramento no flanco NE da serra do Camburu – gnaisses e migmatitos.

A área onde será instalado o gasoduto é constituída por sedimentos tipicamente marinhos mistos e continentais, visíveis nas paredes das drenagens e drenos artificiais. Blocos e matações rolados também são presentes na área.

Destaca-se a presença de migmatitos, gnaisses leucocráticos e charnockitos com orientação espacial homogênea (paralela) das estruturas como, gnaissificação, falhamentos e diaclasamentos.

A tectônica imprimiu feições litológicas marcantes na unidade do Complexo Costeiro e compondo malhas hidrográficas retangulares, alinhadas e encaixadas em zonas de fraqueza estrutural.

As escarpas, cristas, topos de morros e vales acham-se, na área a partir do Rio Camburu para o Norte, orientados preferencialmente para o Norte, geralmente para NNE e NE. Em gnaisses de alto grau metamórfico regional, já ao Sul, inclusive no espigão Camburu, onde ocorrem preferencialmente migmatitos, predomina aquela outra orientação conforme ENE.

O rio Camburu também se entalha estruturalmente em gargantas profundas que ocorrem nessas escarpas, seguindo cotovelos estruturais (riachos em fenda) e recolhendo boa parte das águas do planalto de São Sebastião pela bacia do rio

Pardo. O rio Camburu segue a direção ENE-WSW, que é a direção dos migmatitos.

Os depósitos praias do litoral Norte do Estado de São Paulo, no trecho São Sebastião–Caraguatatuba–Ubatuba, apresentam areias de três tipos: *de origem fluvial*, *de origem fluvial com retrabalhamento marinho (misto)* e *de origem marinha com origem fluvial apagada*. As mais comuns são as fluviais, seguidas quantitativamente pelas mistas. As areias do terceiro tipo são relativamente raras, e resultam de diversas situações.

Assim, muitos vales na Serra do Mar, apresentam profundas aberturas que a solapam e a seccionam por erosão regressiva à montante. Em relação à jusante, estes vales podem ser estrangulados por baixos esporões, que sobraram do recuo das escarpas.

O posterior afogamento do relevo litorâneo fez o mar invadir parte desses espaços alveolares que, posteriormente, foram recobertos pelos depósitos colúvio aluviais. À medida que todo o material detrítico disponível era remanejado, tais espaços eram preenchidos por feixes de restingas, algumas das quais ainda hoje em formação.

Para a maioria dos estudiosos, um dos últimos períodos em que o nível do mar recuou bastante expondo a plataforma continental em largo trecho, o nível de base desceu, possibilitando a intensificação do trabalho erosivo.

Segundo Damasceno (1966), a idade das rochas básicas e ultrabásicas de Ubatuba está em torno de 124,5 e 138,1 m.a., com encaixantes de idade na ordem de 445 m.a., verificando-se que a intrusão dos diques básicos ocorreram no Cretáceo inferior. Os diques de rochas básicas são atribuídos às atividades magmáticas dos derrames basálticos. As Datações das litologias foram efetuadas por radiometria, sobretudo pelo método K-Ar, no Centro de Pesquisa Geocronológicas da USP.

Em suma, a região está dentro da unidade do Complexo Costeiro, definida no item Geologia Regional, consistindo de rochas do Arqueano com acentuado metamorfismo, intensas ações tectônicas com *trend* SW-NE e falhamentos normais NE por alívio de pressão, com preenchimento secundário.

## **B2 - Geomorfologia**

A evolução da costa Sudeste e da parte Sul do Brasil está diretamente vinculada à origem e evolução das escarpas da Serra do Mar. As oscilações de nível marinho; a deposição dos materiais fluvial e coluvial descidos das encostas íngremes e retomadas pelo mar, e o conseqüente recuo das escarpas determinam a disposição e extensão das baixadas litorâneas da região.

O recuo das escarpas é governado pelas linhas estruturais e contatos litológicos dos diversos tipos de rochas metamórficas e ígneas do Pré-Cambriano. A partir disto, desenvolveram-se grandes festonamentos em anfiteatros nas bordas do Planalto Atlântico.

Os esporões que se estendem em direção ao mar, com níveis de aplainamento em patamares altos, intermediários e baixos, apresentam-se intercalados aos alvéolos. As rampas de desgaste nas baixas encostas estreitam-se, à jusante, em direção aos taludes de detritos piemonticos ou de sopé, contrastando com as escarpas médias e altas.

A região de estudo está inserida na conhecida Província Costeira que corresponde à área drenada do Estado diretamente para o Mar, constituindo o rebordo do Planalto Atlântico. As escarpas da Serra de Caraguatatuba e Massaguaçu, no litoral norte do Estado de São Paulo, atingem de 620 m a 1.060 m de altitude, encontrando-se dispostas numa frente marítima de aproximadamente 40 km de extensão de direção geral Sudoeste-Nordeste.

### *a) Geomorfologia Regional*

A compartimentação geomorfológica da região aqui apresentada, leva em consideração a morfologia, hidrografia e a deposição superficial sedimentar.

A seguir, são apresentadas as sub unidades geomorfológicas regionais:

- ★ **Planaltos Serranos:** constituem formas mamelonares, com espessa cobertura de solo e linhas de pedras (*stone lines*). Nas cabeceiras a drenagem dendrítica se apresenta retilínea, enquanto nos cursos médios assume forma retangular, de modo que o controle estrutural, é

fundamental na sua compartimentação geomorfológica. Os Planaltos Serranos apresentam duas sub unidades: superfícies de aplainamento regional e níveis de aplainamento embutidos nas superfícies, e tais aspectos são típicos de toda a borda da Serra do Mar na região do sudeste Brasileiro.

- ★ **Escarpas Costeiras:** são áreas predominantemente de desgaste sob alta influência estrutural. A ação antrópica é limitada aos baixos e médios níveis (200-300 m). No alto das escarpas, predominam declives mais íngremes, contendo drenagens com escoamento e formação de corredeiras condicionados pela sazonalidade. Seus setores apresentam: cristas, colos, vales e vertentes abruptas, patamares intermediários e rampas de desgaste. Tais unidades estão muito bem representadas na região do litoral Norte do Estado de São Paulo, região de Caraguatatuba.
- ★ **Planícies Costeiras – Baixadas:** são áreas predominantemente de deposição, com pouca dinamização geomorfológica, e intensa ocupação e uso antrópico do solo. As drenagens são tipicamente meandranes. Destaca-se também a ocorrência de morros residuais, também conhecidos na bibliografia clássica como do tipo “*shantungs*”, como o Morro do Paes, Casa Branca e Empresa. Esse relevo residual aparece isolado nas baixadas, caracterizando-se por depósitos diversos e heterogêneos (ex. depósitos de praias, restingas, bancos arenosos emersos e submersos, terraços marinhos). Ocorrem ainda, depressões úmidas com solos orgânicos e terraços aluviais e colúvio-aluviais e os taludes de detritos coluviais de pé de encosta, oriundos das vertentes da Serra do Mar.
- ★ **Linha de costa:** São cordões de restinga localizados à retaguarda da linha de praia, que bordejam toda a baixada e apresentam-se abaulados, salvo quando aplainados para fins de loteamento imobiliário. Os cordões são arqueados e constituídos por areias finas e brancas, estendem-se para o interior até a faixa brejosa que constitui um corredor encharcado, entremeado os cordões arenosos.

Pode-se afirmar que a evolução geomorfológica das escarpas da Serra do Mar, no litoral Norte do Estado de São Paulo, enquadra-se num esquema de recuo nas baixas e nas encostas, efetuado por intermédio dos alvéolos na base da baixada (Cruz, 1974b; Cruz, 1975) através de erosão regressiva destes alvéolos. Estes por sua vez, interiorizaram-se cada vez mais, formando outros a montante governados pelos contatos e controles estruturais, à medida que as cabeceiras dos cursos d'água relacionados a níveis e rampas de desgaste também recuavam. Ao mesmo tempo, à montante, mas porções das médias e altas escarpas, isto é, nos 'altos níveis', assim como nos níveis "intermediários", também recuavam, outras cabeceiras, criando bacias de recepção nos anfiteatros que festonam a Serra do Mar.

A baixada de Caraguatatuba preenche o recôncavo que a Serra do Mar fez ao recuar e mudar sua direção para Norte e depois para Nordeste. Esse recuo possibilitou o desenvolvimento da bacia fluvial do rio Juquerequerê, que se estende para o interior do Planalto da Serra do Mar pela bacia do Rio Pardo.

A baixada não apresenta grandes depósitos de origem continental, com exceção dos aluviões relacionados ao rio Camburu, rio Claro e outras drenagens de menor porte.

O litoral é do tipo "afogado", muito recortado, com pontos rochosos proeminentes entremeados por pequenas baixadas. Essas baixadas são caracterizadas pela presença de uma faixa arenosa marinha frontal, disposta em feixes de restingas parcialmente recobertas por bacias de solos orgânicos e com depósitos colúvio aluviais no fundo.

### *b) Geomorfologia Local*

A região ao longo do traçado do duto situa-se na baixada de Caraguatatuba, sendo um bom exemplo de planície litorânea de regiões tropicais úmidas, embutida num recôncavo festonado da Serra do Mar.

Na área da Fazenda Serramar, a Serra do Mar forma um arco com raio de aproximadamente 180°, com altitudes superiores a 500 m, podendo atingir até 800 – 900 m.

Nos trechos em que a Serra do Mar mergulha diretamente no oceano, a menos de 2 km da linha de costa, os relevos abruptos e colinosos dos terrenos cristalinos interrompem ou acompanham as baixadas e praias.

No entorno da área de instalação do duto, em escala regional, a largura da faixa continental emersa alcança seu valor mínimo, atingindo em média 20 km.

O território costeiro se caracteriza pela presença de um grande número de reentrâncias e saliências (litoral recortado), formando enseadas e rios, bem como pelas acentuadas vertentes, formando costões rochosos, pontas, praias e ilhas (litoral escarpado). Nesse trecho, as praias e cordões arenosos são pouco desenvolvidos, dispostos ao pé da escarpa ou acompanhando as exíguas planícies, e nenhum curso d'água importante chega a dissecar o paredão montanhoso.

Os rios são curtos e torrenciais, não chegando a desenvolver planícies fluviais. Em decorrência do escoamento fluvial abundante, estimulado pelas fortes declividades, são observadas ravinas ao longo de suas encostas, favorecendo a ocorrência de movimentos de massa localizados, ocorrendo freqüentes deslizamentos e desmoronamentos.

Ao longo da vertente do flanco NE da serra do Camburu, observam-se rampas de desgaste recobertas por colúvios e depósitos de tálus, compondo campos de matacões e blocos roladas das encostas (Figura II.5.1.4-15).



**Figura II.5.1.4-15** - Campo de matacões imersos em solo coluvionar / tálus das vertentes, balizados por drenagens nas laterais.

Numerosas ilhas continentais de dimensões variadas aparecem disseminadas pelo mar próximo à linha do litoral, separadas na maioria dos casos, por canais de pequena profundidade. Estes canais têm, normalmente, um vínculo litológico, estrutural e morfológico com o continente, como é o caso da Ilhabela (SP) e Ilha Grande (RJ) (Barros, *et al*, 1997).

A compartimentação geomorfológica no trecho de instalação do duto que na área da Fazenda Serramar apresenta dois tipos de configurações de relevo:

- ★ **Planícies Costeiras – Baixadas:** caracterizadas como áreas de deposição, com pouca dinamização geomorfológica e uma maior ocupação e uso antrópico do solo. Apresentam drenagens divagantes, além de morros e morrotes residuais (*shantungs*) e esparsos, como o Morro do Paes, o Morro da Casa Branca e o Morro da Empresa. O relevo residual aparece de modo isolado junto às baixadas, caracterizadas por depósitos diversos (praias, restingas, bancos arenosos emersos e submersos), bem como por aterros antrópicos.
- ★ **Cordões Litorâneos frontais:** nas proximidades do ponto de chegada do gasoduto no continente, observam-se típicos cordões de restinga junto à linha do mar, os quais correspondem a feixes de restinga recentes, geralmente arqueados, demonstrando a curvatura das praias na época de sua formação. Em direção ao interior do continente, observa-se a presença de cordões arenosos intercalados por áreas brejosas, que concentram água de escoamento fluvial (ex. rio Camburu) e de drenagens antrópicas da Fazenda Serramar. Nas margens dessas drenagens são observados alguns centímetros de solos orgânicos de horizonte húmico cobrindo horizontes de solo arenoso imaturos.

### **B3 - Recursos Hídricos Superficiais**

#### **a) Descritivo da Bacia e Corpos Hídricos Superficiais**

Ao longo de todo o litoral paulista, a Serra do Mar e suas ramificações encontram-se bem próximas à linha da costa, com esporões avançando sobre o

mar e formando planícies costeiras. Na região de Caraguatatuba, esta situação geral é um pouco distinta, por se tratar de um grande anfiteatro aluvial, com terraços marinhos e planícies costeiras amplas (CETESB, 2004).

A bacia do Juqueriquerê apresenta área total de 429,8 km<sup>2</sup>, sendo a maior sub-bacia da UGRHi 3 - Litoral Norte. Os principais afluentes /formadores do rio Juqueriquerê que cruzam a planície de Caraguatatuba são:

- ★ Rio Camburu ou Tinga (margem esquerda)
- ★ Rio Claro (margem direita)
- ★ Rio Perequê (margem direita)
- ★ Rio Perequê-Mirim (margem direita)
- ★ Rio São Tomé (margem direita)

Ao longo do percurso dos afluentes na região de montanha, registram-se trechos onde são visíveis afloramentos com calhas encaixadas, formando trechos rápidos e corredeiras. Descendo a encosta, os afluentes se desenvolvem em amplo vale aberto, com variação altimétrica de cerca de 10 metros, passando da cota 16 m, nas imediações do sopé da montanha, para cotas entre 6 e 4 metros, na região de confluência com o Juqueriquerê. Nas proximidades do desemboque, a declividade varia entre 5 e 3 metros. Esta baixa declividade da região gera baixo hidrodinamismo.

De acordo com documentos cartográficos mais antigos (IBGE. Folha topográfica CARAGUATATUBA. Escala 1/50.000 ed.1974.), as calhas originais meandravam no médio curso até a confluência com o Juqueriquerê. Este também se desenvolvia pela planície litorânea formando meandros. Mais adiante, o curso d'água apresentava, e ainda hoje apresenta, uma inflexão de 180 graus, rumo ao desemboque no litoral, local este denominado Barra do Rio Juqueriquerê. No baixo curso, devido à pouca declividade, o corpo hídrico possui característica de ambiente lântico, semelhante ao de uma lagoa. As vazões médias são da ordem de 10,8 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2001).

A região de atenção dos estudos refere-se, principalmente, às bacias do rio Camburu e seus afluentes Ribeirão do Pau D'Alho e Córrego Canivetal, considerando-se inclusive o próprio rio Juqueriquerê e a bacia hidrográfica do

Ribeirão da Lagoa. A planície atravessada por esses cursos d'água, majoritariamente utilizada para pastoreio, é marcada pela presença de dezenas de canais de drenagem, construídos em depressões, áreas alagadiças e brejais, visando o aproveitamento destas glebas para viabilizar atividades agrícolas ou pecuárias. Muitos desses canais são interligados com outras drenagens ou cursos d'água, formando uma ampla rede de comunicação entre as sub-bacias. Em visita a campo, observou-se a presença de macrófitas aquáticas e margens degradadas em grande parte destes canais. Destaca-se a presença, nessa região, da Fazenda Serra Mar dedicada à criação extensiva de gado bovino e bubalino.

Além da malha de drenagem construída, os cursos d'água originais também sofreram intervenções em suas calhas. Foram observados, dentre outros aspectos, tramos de leitos secos de rios, trechos naturais retificados, novas calhas construídas para desvio dos caudais e até pequenos açudes construídos ou naturais, refletindo a intensidade da intervenção humana nestas bacias hidrográficas.

A região é de baixada e portanto sujeita à assoreamentos e inundações. Foram observados, na visita de campo, locais de depósitos fluviais, bancos de areias e “coroas”, o que sugere o predomínio da atividade de deposição sobre os processos erosivos e de transporte.

O rio Camburu, que nasce na Serra do Mar e é um dos formadores do Juqueriquerê, aparentam boa qualidade, não tendo sido observada, na visita de campo, a presença de lixo, espuma ou macrófitas aquáticas. As margens do rio, entretanto, apresentam-se degradadas, com presença de poucos fragmentos de mata ciliar, além de capim e bambu em alguns trechos.

O outro curso d'água de importância no contexto do projeto em questão, vizinho ao rio Camburu, é o Ribeirão da Lagoa. Este curso d'água apresenta pequena área de drenagem, desembocando no litoral ao extremo sul da Praia das Frecheiras, na Barra do Ribeirão da Lagoa. O único afluente notável do Ribeirão da Lagoa é o rio Poiães, que flui já no baixo curso, pela margem esquerda, próximo à sua foz no oceano. Foi observada a presença de um trecho de manguezal nas proximidades do Jardim Britania (ver sub item II.5.2-B1 deste estudo) e da Rodovia Rio-Santos.

A Figura II.5.1.4-16 a seguir, apresenta uma panorâmica da região de implantação do trecho terrestre do sistema, incluindo os principais elementos da paisagem utilizados na definição do recorte geoambiental da área.



A. Canal de drenagem construído



B. Ribeirão Pau D'Alho – Calha retificada



C. Bacia do rio Camburu – acumulação natural



D. Bacia do rio Camburu – alagadiços

**Figura II.5.1.4-16 - Principais elementos da paisagem definidores do recorte geoambiental.**

### *b) Usos da Água*

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Litoral Norte (UGRHI-3) é composta por apenas quatro municípios: São Sebastião, Ubatuba, Ilhabela e Caraguatatuba. Dentre esses, Caraguatatuba apresenta-se como município com vocação específica para a preservação, o turismo e a navegação (comercial e esportiva).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2001), dentre os principais usos da água na UGRHi 3 (Litoral Norte), destacam-se o abastecimento urbano e

rural (usos consuntivos), a recreação e lazer, a pesca e a diluição de esgotos domésticos, além da manutenção da biodiversidade fluvial (usos não-consuntivos). Ressalta-se que a sub-bacia do rio Juqueriquerê apresenta a maior disponibilidade hídrica superficial da UGRHi 3 (ANA, 2001).

De acordo com os dados da SABESP (2004), todos os municípios da UGRHI-3 utilizam, prioritariamente, as águas superficiais para o abastecimento público. A irrigação e a dessedentação de animais nesta região são pouco expressivas, não acompanhando o ritmo acelerado dessas atividades nas bacias hidrográficas do planalto paulista.

De acordo com CETESB (2004a), existe uma captação da SABESP de importância local para o abastecimento da população de Caraguatatuba. Esta captação está situada no médio curso do rio Claro, afluente/formador do Rio Juqueriquerê.

Segundo o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), na bacia do rio Juqueriquerê foram solicitados por agentes públicos (Prefeitura, Sabesp) e privados (indústrias, mineradores etc), até a presente data, as seguintes outorgas: 6 para desassoreamento de cursos d'água; 6 para travessias aéreas e subterrâneas de cursos d'água; 1 para lançamento de efluentes; 2 para captações em corpo hídrico superficial e 1 para barramento de curso d'água. Na bacia do Ribeirão da Lagoa/Poiães registram-se 2 outorgas solicitadas pra travessia e 1 para desassoreamento de calha. (<http://www.daee.sp.gov.br/>).

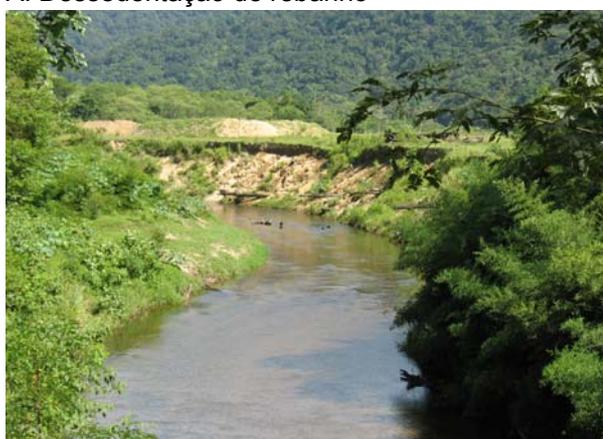
Em visita a campo, foram observados na região das sub-bacias do rio Camburu e do Ribeirão da Lagoa, os seguintes usos d'água:

- ★ Dessedentação de animais;
- ★ Extração de areia em cava a céu aberto;
- ★ Pesca amadora e lazer aquático (contato primário e secundário).

Conforme mencionado anteriormente, a Fazenda Serra Mar é uma unidade de criação de gado de corte. Assim, o principal uso que se faz dos cursos d'água que atravessam a fazenda é a dessedentação do rebanho, conforme Figura II.5.1.4-17, a seguir.



A. Dessedentação de rebanho



B. Rio Camburu - Depósito de areia



C. Rio Juqueriquerê – Pesca amadora

**Figura II.5.1.4-17 - Principais usos da água na região.**

Nas imediações dos depósitos aluviais existentes no sopé da Serra do Mar, foram observadas cavas de extração de areia situadas em um meandro antigo do rio Camburu, nas proximidades das margens da atual calha deste mesmo rio. A extração de areia em depósitos aluviais adjacentes a rios, embora não seja propriamente um “uso da água”, é considerada uma das mais importantes intervenções no sistema hídrico, sendo inclusive, atividade passível de outorga pelos órgãos gestores de recursos hídricos, tamanha a alteração no regime do rio provocada por essa atividade (<http://www.daee.sp.gov.br/>).

Em outro local, após a confluência com o Juqueriquerê, foram também observados pescadores locais em horário de lazer praticando pesca de vara, tanto nas margens como em pequenas embarcações (botes).

No que tange ao planejamento dos usos das bacias do Litoral Norte, destaca-se a atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Litoral Norte, com sede em Ubatuba, criado em 1995 a partir do desmembramento do CBH do Vale do Paraíba e Serra da Mantiqueira (CBH-PSM).

Segundo Agência Nacional de Água - ANA (2001), os principais conflitos presentes e potenciais pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Juqueriquerê ocorrem em função da exigência natural de usuários e/ou de organizações não-governamentais por água potável de boa qualidade. Há registros de denúncias feitas às autoridades sobre desmatamentos ilegais, obras polêmicas, sem o devido licenciamento ambiental, e lançamento de efluentes líquidos e sólidos nos rios. Próximo à faixa litorânea, as maiores queixas são contra a especulação imobiliária, que se reflete na construção de condomínios e loteamentos que, vez por outra, descumprem a legislação ambiental. Assim, conflitos acontecem em trechos onde a qualidade da água é alterada por diferentes tipos de fontes poluidoras, restringindo a captação para diversos usos.

Outro problema particularmente grave relacionado aos recursos hídricos é a falta de conhecimento detalhado das estratégias para combater enchentes e preparar a população para enfrentar os problemas advindos das variações do contingente populacional em épocas de alta temporada turística.

De forma geral, a região do Litoral Norte do estado de São Paulo não apresenta problemas relacionados com a quantidade de água superficial, embora algumas sub-bacias sejam consideradas críticas em relação à disponibilidade hídrica. Este fato, com base tanto nos dados cadastrais, como nos parâmetros estimados, tende a se agravar com o tempo, considerando principalmente o aumento da população e o ritmo desordenado das ocupações (ANA, 2001).

### *c) Qualidade da Água da Região*

Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA (2001), os recursos hídricos da UGRHi 3, de modo geral, vêm sendo degradados em decorrência de diversos fatores, dentre os quais destacam-se:

- ★ queimadas de remanescentes florestais e ocupação desordenada de margens de rios;

- ★ retirada de areia e outras atividades de extração mineral;
- ★ verificação de processos erosivos nos solos das sub-bacias contribuintes;
- ★ lançamento de cargas elevadas de esgotos domésticos;
- ★ lançamento de lixo e de chorume;
- ★ lançamento de outros efluentes sólidos;
- ★ ocorrência de retificação, canalização e dragagem de cursos de água.

Entretanto, a principal fonte de contaminação dos recursos hídricos da UGRHi 3, é o lançamento de efluentes domésticos diretamente nos cursos d'água e nos coletores de águas pluviais, fato agravado pela precariedade dos serviços de saneamento básico. Os processos erosivos estão sendo agravados com o avanço da ocupação desordenada que atinge áreas de conservação ambiental, inseridas no artigo 2º do Código Florestal. A fragilidade das encostas da Serra do Mar, agravada por cortes e barrancos íngremes, resultantes da construção de estradas litorâneas e condomínios, favorece os deslizamentos que elevam a carga de sedimentos dos rios, provocando assoreamentos (Agência Nacional de Água - ANA, 2001).

As principais conseqüências desse processo de degradação estão relacionadas à adição de sedimentos aos cursos d'águas, elevando a turbidez e causando o assoreamento das calhas fluviais e dos estuários, além da poluição das águas.

Segundo a CETESB, os rios Juqueriquerê seus afluentes/formadores e o Ribeirão da Lagoa presentes na região de instalação do trecho terrestre do sistema de produção e escoamento de gás e condensado do Campo de Mexilhão estão enquadrados na Classe 2 (Resolução CONAMA 357/05). Este enquadramento cobre o trecho dos rios compreendido entre a cota 50 até o deságüe no litoral. As águas doces da classe 2 são as que se destinam ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aqüicultura e à atividade de pesca.

Dados referentes ao ano de 2004 (CETESB, 2004) indicaram que o rio Juqueriquerê apresentava boa qualidade da água, com índices de qualidade da água – IQA – em torno de 70, embora, naquele mesmo ano, as concentrações de fosfato e coliformes fecais tenham ultrapassado os limites estabelecidos pela legislação. Já em 2005 (CETESB, 2006), tanto as concentrações de coliformes fecais quanto de fosfato diminuíram, aproximando-se dos limites estabelecidos pela legislação ou mesmo atendendo-os completamente.

O rio Ribeirão da Lagoa por sua vez, foi o que apresentou os piores índices de qualidade da água em 2004 (IQA entre 46-47), indicando qualidade considerada regular, especialmente devido às baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Foram registrados, também, altos valores de condutividade elétrica, associados ao lançamento de efluentes domésticos nessas águas. No rio Ribeirão da Lagoa, foram observadas ainda inconformidades quanto às concentrações de fosfato e coliformes fecais (CETESB, 2004). A situação de baixa qualidade de água neste rio se manteve ao longo do ano de 2005 (CETESB, 2006).

De modo geral, os dados obtidos pela CETESB em 2004 indicam que o principal problema da qualidade da água dos rios do Litoral Norte está relacionado ao lançamento de esgotos domésticos, o que se reflete nas altas concentrações de coliformes fecais, DBO e fósforo e baixas concentrações de oxigênio dissolvido.

#### **B4 - Corpos Hídricos Subterrâneos**

De acordo com CETESB (2004b), a UGRHi 3 – Litoral Norte está situada na Província Hidrogeológica denominada Escudo Oriental do Sudeste. A Província Hidrogeológica Escudo Oriental do Sudeste, no Estado de São Paulo, é composta por dois aquíferos: Sistema Aquífero Cristalino, onde se localiza a UGRHi 3, e Sistema Aquífero da Bacia de Taubaté.

Esta região hidrográfica é conhecida, nacionalmente, pelo elevado contingente populacional e pela importância econômica de sua indústria. O grande desenvolvimento da região, entretanto, é motivo de problemas em relação à disponibilidade de água. Isso ocorre porque, ao mesmo tempo em que

apresenta uma das maiores demandas hídricas do País, a bacia também possui uma das menores disponibilidades relativas.

Segundo CETESB (2004b), o Sistema Aquífero Cristalino é composto por rochas que cobrem uma área de aproximadamente 57.000 km<sup>2</sup>. Essas rochas ígneas e metamórficas são, em geral, granitos, gnaisses, filitos, xistos e quartzitos que, quando não alteradas, são impermeáveis e não constituem aquífero. No entanto, os eventos tectônicos que afetaram esses maciços cristalinos e a ação climática na superfície, formaram sistemas de falhas e fraturas e horizontes de alteração da rocha, propiciando condições de percolação de água subterrânea.

Desta forma, semelhante aos basaltos, o potencial hídrico destas rochas é limitado à ocorrência dessas zonas favoráveis, o que resulta em grande variação das condições de produção, com valores extremos de 0 a 50 m<sup>3</sup>/h, média de 7 m<sup>3</sup>/h e vazão específica média de 0,3 m<sup>3</sup>/h/m, oscilando entre 0,06 e 0,7 m<sup>3</sup>/h/m. Considerando-se o aquífero de forma global, verificaram-se valores de transmissividade que variam entre 0,4 e 14 m<sup>2</sup>/dia ( CETESB 2004b).

O Sistema Aquífero da Bacia de Taubaté, por sua vez, é composto por sedimentos terciários, que se encontram preenchendo um graben formado entre a Serra da Mantiqueira e o reverso continental da Serra do Mar, numa área com cerca de 2.000 km<sup>2</sup>, distribuindo-se em duas formações: Formação Tremembé, constituídas por sedimentos argilosos e arenosos em forma de lentes, com espessura máxima de 240 metros; e a Formação Resende, bastante semelhante e correlacionada com os sedimentos da Bacia de São Paulo, sendo constituída por areias, siltes e argilas de origem flúvio-lacustre, que formam lentes de extensão variada e assentadas discordantemente sobre a formação Tremembé, atingindo espessuras de até 140 m.

A produtividade do Aquífero Taubaté é bastante variável, apresentando valores de capacidade específica entre 0,2 e 14 m<sup>3</sup>/h/m (DAEE, 1977 *apud* CETESB, 2004b). As vazões podem alcançar, em algumas regiões, mais de 100 m<sup>3</sup>/h. No conjunto, os valores de transmissividade variam entre 200 e 400 m<sup>2</sup>/dia e a porosidade efetiva entre 2 e 10%, com coeficientes de armazenamento da ordem de 10<sup>-3</sup>, indicando um semi-confinamento de camadas mais profundas.

Nenhum dos quatro municípios da UGRHi 3 utiliza recursos hídricos subterrâneos para fins de abastecimento público. Já em relação ao abastecimento

industrial, registra-se que 10% dos empreendimentos licenciados pela CETESB utilizam águas subterrâneas para seu abastecimento. Estes empreendimentos estão associados, principalmente, à indústria alimentícia, minerais não-metálicos e utilidade pública (CETESB, 2004b). Por outro lado, segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (1990/1991), 14% dos núcleos urbanos do Litoral Norte utilizam água subterrânea, de forma acentuada, em estiagens excepcionais.

Na UGRHi 3, até 2003, não existiam poços monitorados pela CETESB, com o objetivo de avaliar a qualidade de suas águas. Os poços monitorados no Aquífero Cristalino, de 2001 a 2003 (CETESB, 2004b) localizam-se nas UGRHI's 6 (Alto Tietê), 10 (Tietê/Sorocaba), 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí), 9 (Mogi-Guaçu) e 14 (Alto Paranapanema).

Os dados obtidos para o Aquífero Cristalino, indicam que suas águas, em geral, apresentaram boa qualidade para abastecimento, apesar do aumento das concentrações de várias substâncias, em relação ao período de monitoramento realizados na década de 1990. De modo geral, as águas subterrâneas apresentaram baixas concentrações de cálcio, fluoreto, nitrato e sódio, em relação aos padrões de potabilidade (Ministério da Saúde, 2002). Em algumas regiões, foram registradas concentrações de ferro e manganês acima dos padrões estabelecidos pela legislação; em outras, foram detectados valores elevados de dureza total e condutividade elétrica, o que limita seu uso para algumas atividades industriais e agrícolas (CETESB, 2004b).

### **B5 - Pedologia**

Nas porções planas da área de instalação do duto ocorrem solos da classe Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico diastrófico hidromórfico, com textura arenosa (Figura II.5.1.4-18).



**Figura II.5.1.4-18** - Barranco em canal de drenagem aberto a partir do rio Camburu exibindo pacotes arenosos e sua instabilidade.

Já na Serra do Mar, nas porções fortemente onduladas, observa-se a presença de solos cambissolos álicos com horizonte “A” moderado e de textura argilosa. Na Serra do Mar também é observado latossolo de vermelho a amarelo álico, de textura argilosa com horizonte “A” moderado, apresentando a fase pedregosa (Projeto RADAMBRASIL, 1983).

Devido à natureza dos tipos de solos locais - litólicos húmicos distróficos nos afloramentos rochosos; podzólico; latossolo vermelho/amarelo distróficos; argilosos e álicos, entre outros – é favorecida a formação de uma floresta ombrófila densa, caracterizada pela presença de fanerófitas perenifólias, sem adaptações xerofíticas.

Nas áreas dissecadas, com altitudes de 50 a 500 metros, encontra-se o tipo submontano, posicionado nas faldas das serras e planaltos, e nas encostas litorâneas, apresentando um estrato dominante de 25 a 30 metros. Observa-se a ocorrência de palmito, xaxim e embaúba.

Nas áreas mais baixas, entre o nível do mar e 50 m de altura, os solos encontra-se altamente descaracterizados. São observados estratos dominantes,

de 25 m de altura, outro de 20 m, um intermediário de aproximadamente 10 m e outro inferior, onde se destaca a presença de lianas e epífitas em abundância.

A compartimentação adotada no item Geomorfologia Local do presente relatório será aqui mantida, com enfoque específico para a pedologia local do trecho da diretriz básica do duto, a saber.

- ★ **Cordões Litorâneos:** formações eminentemente arenosas e com solos orgânicos com horizonte húmico de apenas alguns centímetros (< 0,50 m). De acordo com a Comissão de Solos (1960), o regosol é típico de solos arenosos litorâneos, os quais sob o jundu, são drenados por uma rede de canais. Estes canais drenam as águas de escoamento superficial. Tais solos orgânicos são caracterizados por pobreza de nutrientes, índice de fertilidade baixa, com intensa drenagem interna e um valor de pH entre 3,6 e 4,0.
- ★ **Cordões Litorâneos menos recentes/intermediários:** apresentam-se na forma de terraços de topo plano levemente abaulados. Localmente, esses terraços podem exibir manchas castanho escuro ferruginizadas ou pardo alaranjada, atribuída às partículas finas coluviais, transportadas por escoamento superficial, e às manchas de solo de um podzol hidromórfico.
- ★ **Bacias de Solos Orgânicos:** bacias com terrenos encharcados e solos orgânicos (Holocênicos). Estes solos ocorrem represados na faixa arenosa dos cordões intermediários, menos recentes. Os solos orgânicos apresentam textura arenosa fina com partículas argilosas e húmicas, textura pegajosa e cor castanho-escuro, caracterizada pela presença de alta quantidade de matéria orgânica. Toda a planície cortada pelo traçado do duto se caracteriza como área de acúmulo de águas de chuva, mantendo-se quase permanentemente alagadas e úmidas. O represamento e a estagnação de água da chuva propiciam o desenvolvimento de bacias “turfosas”.
- ★ **Terraços de construção Marinha remanescentes:** localmente denominados de “mochões”, ocorrem nas baixadas, limitando-se pelos solos orgânicos, normalmente dissecados por drenagens. Esses solos apresentam coloração de alaranjada a castanho, sendo constituídos por

areia fina e material siltico-argiloso. Estes terraços estão sempre relacionados às encostas dos baixos esporões ou morrotes residuais (*shantugns*), ocorrendo nos pés de encostas (Figura II.5.1.4-19).



**Figura II.5.1.4-19** - Vista do morrote do Paes e indicação da área de instalação da UTGCA com extensa área de pastagem da Fazenda Serramar, em primeiro plano.

- ★ **Terraços e várzeas:** Acima e à retaguarda dos terraços de construção marinha estão localizados os depósitos fluviais, que compõem extensas e amplas várzeas. Os rios que drenam a região, careiam partículas finas (salvos seixos matacões) que são depositadas sobre a planície de inundação (*flood plain*) de sedimentação marinha. Em determinados trechos, localizados entre os morros das Cobras e do Administrador, observa-se a exposição de areias finas–médias, claras imersas em matriz silto arenosa fina que compõem, em profundidade, depósitos arenosos entremeados por outros sedimentos.

Na área onde será instalado o duto, os solos não apresentam o seu perfil original em função do desenvolvimento de atividades pecuárias.

## **B6 - Recursos Minerais**

Os recursos minerais existentes na região são destinados, fundamentalmente, à construção civil e uso industrial, a saber: areias, pedreira para brita e argilas.

Destaca-se a abundância de areia na região. No entanto, sua qualidade varia em função do local de lavra, pois devido à proximidade do mar e de eventos pretéritos, a mesma pode conter, em sua matriz, eventual presença de sais e conchas calcáreas.

O aproveitamento dos recursos minerais na área de influência direta da instalação do duto (Mapa II.5.1.4-3) é efetuado conforme os regimes jurídicos vigentes, de acordo com o Cadastro Mineiro, o banco de dados do DNPM (SP), e dos títulos minerários, listados abaixo:

### **Processo 820.877/2003:**

Requerente: Pecuária Serramar Ltda.

Título: Autorização de Pesquisa

Substância: Areia para construção civil

### **Processo 820.592/2001:**

Requerente: Pecuária Serramar Ltda.

Título: Autorização de Pesquisa

Substância: Areia para construção civil

### **Processo 801.093/1976:**

Requerente: Luis Alves Coelho

Título: Autorização de Pesquisa

Substância: Areia para fundição

### **Processo 820098/2004:**

Requerente: Pecuária Serramar Ltda

Título: Autorização de Pesquisa

Substância: Turfa – combustível fóssil

**Processo 820156/1987:**

Requerente: Serveng Civilsan s/a Empresas Assoc. de Eng.

Título: Requerimento de Pesquisa

Substância: Areia para construção civil



**Mapa II.5.1.4-3 - Mapa de Recursos Minerais. (A3)**

**Mapa II.5.1.4-3 - Mapa de Recursos Minerais. (A3)**

## **B7 - Sismologia**

A área onde será instalado o duto está inserida num cinturão costeiro estabilizado tectonicamente durante o Arqueano. Posteriormente, o mesmo sofreu movimentos isostáticos e eustáticos, com transgressões marinhas, o que resultou nos tempos modernos da planície flúvio marinha lacustre da Caraguatuba.

Atualmente, o embasamento está tectonicamente estabilizado, não sofrendo movimentos verticais tampouco horizontais (isostasia). Já os depósitos recentes podem sofrer ação do neotectonismo, quer aqueles das planícies flúvio-marinhas, quer os localizados junto às encostas da Serra do Mar (Mantsso-Neto, *et al*, 2004).

Na região da usina nuclear de Angra dos Reis situada em ambiente geotectônico similar e de idade contemporânea em termos de estruturação do embasamento de Caraguatuba, inexistem registros de movimentos sismológicos significativos que possam afetar a estrutura da mesma. Assim, o mesmo se aplica à região onde será instalado o gasoduto.

## **B8 - Geotecnia**

Para uma avaliação geotécnica, a região em apreço pode ser subdividida em dois grandes compartimentos: A Serra do Mar, no setor em que esta se relaciona ao empreendimento, e a planície sedimentar, onde se desenvolve o rio Juqueriquerê e seus formadores.

A Serra do Mar constitui uma região de instabilidade natural conhecida, sujeita a desmoronamentos e escorregamentos de massas, face às suas características geomorfológicas. Ali, principalmente em temporadas de chuvas intensas, registram-se fenômenos de movimentos bruscos (escorregamentos) e rastejo de solos, tanto nos solos residuais e de alteração, como também nos depósitos de talus ou coluvionares, que se encontram nas vertentes das encostas (Petri & Suguiu, 1971).

Algumas vezes, são registrados episódios de queda de blocos, devido à estrutura da rocha ou, no caso de matações, devido à remoção dos materiais terrosos subjacentes que lhe servem de apoio. Os corpos de *talus*, em especial,

são provenientes desses escorregamentos, envolvendo movimento de materiais terrosos e rochosos (solo e rocha) advindos da porção mais elevada.

Os movimentos de escorregamentos podem afetar tanto aqueles trechos que apresentam rastejo, quanto àqueles considerados mais estáveis. Por outro lado, a presença da vegetação que recobre as elevações da Serra serve como fator inibidor da manifestação de fenômenos erosivos. No entanto, este tipo de erosão fica evidenciado em áreas expostas, manifestando-se, nesses casos, na forma de sulcos ocasionais e rasos, e ocorrências generalizadas de movimento de rastejo. Esses movimentos de massa que ocorrem na região da Serra do Mar podem ensejar em acúmulo de material arenoso na planície e transporte de material terroso através dos cursos d'água, podendo alcançar o litoral (Petri e Suguiu, 1971).

Em termos estruturais, os formadores do rio Juqueriquerê têm suas nascentes na Serra do Mar, em geral em vales encaixados na zona de fratura geológica regional, de direção SW/NE. No sopé da Serra, próximo da UTGCA, os terrenos são planos e com de baixa declividade, onde predominam os depósitos aluviais. Nesses terrenos o grau de consistência/compacidade do solo superficial normalmente é baixo. Tais solos se apresentam como produtos de processos de sedimentação, conforme observado através dos levantamentos de campo.

A Figura II.5.1.4-20, a seguir, apresenta uma visão panorâmica da planície onde será instalado o duto, e ao fundo, a Serra do Mar.



*Figura II.5.1.4-20 - Depósitos alóctones ao longo de vala de drenagem do rio Camburu.*

Na encosta da montanha, ainda na área da Fazenda Serramar, nas proximidades da calha do afluente Camburu, foram registrados depósitos de areia. Em sua aparência, a areia é predominantemente quartzosa, fina a grossa, subangulosa e de cor marrom, bege a amarelada, ocorrendo, como em toda a região, principalmente nos remansos e nas imediações de meandros abandonados ou retificados.

Ao longo do trecho previsto para a implantação do duto, próximo à calha do rio Camburu, e também mais à jusante, verifica-se a existência de terrenos inundáveis, nos quais, em muitos locais, observa-se o afloramento do lençol freático. Em geral trata-se de solos moles, sujeitos a recalques diferenciais.