
 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 2/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. NORMAS APLICÁVEIS	3
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
4. GEOLOGIA GERAL DA REGIÃO	5
5. GEOLOGIA LOCAL	11
6. GEOLOGIA DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DA PONTE DE JOINVILLE.....	14
7. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS REALIZADAS	18
8. ANÁLISE DE RISCO GEOLÓGICO NA REGIÃO.....	35
9. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE APOIO.....	35
10. RECOMENDAÇÕES SOBRE ASPECTOS PRIVILEGIADOS OU EVITADOS	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 3/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

1. INTRODUÇÃO


O presente Estudo Geológico (Produto 03) tem por intuito apresentar as características geológicas da área de interesse da Ponte Joinville e acessos viários. Para consecução desse objetivo, foram realizadas visitas ao campo, pesquisa de bibliografias especializadas, fotos aéreas de satélite, bem como e principalmente os resultados das investigações geotécnicas executadas no local.

A área onde será implantada a ponte é plana e situada em zona superficial de mangue (Quaternário) com influência da maré, portanto, os aspectos geológicos de interesse, como análises de risco, por exemplo, ficam mais condicionados a esta litologia, em detrimento das áreas de maciços que cercam a cidade pelo lado oeste.

2. NORMAS APLICÁVEIS

As metodologias e técnicas previstas neste estudo são concordantes com o preconizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pelo DNIT (2006), assim como exigências do Termo de Referência do EDITAL SEI Nº 0174337/2015 - SAP.UPR.


- DNER - Manual de Projeto de Obras-de-arte Especiais;
- DNER-PRO 002/94 - Coleta de amostras indeformadas de solos;
- DNER-PRO 003/94 - Coleta de amostras deformadas de solos;
- DNER-PRO 014/95 - Mapeamento geológico - geotécnico para obras viárias;
- DNER-PRO 102/97 - Sondagem de reconhecimento pelo método rotativo;
- DNER-PRO 381/98 - Projeto de aterros sobre solos moles para obras viárias;
- DNIT 012/2004-PRO - Requisitos para a qualidade em projetos rodoviários;
- DNIT 013/2004-PRO - Requisitos para a qualidade em obras rodoviárias;
- NBR-6122: Projeto e Execução de Fundações;
- NBR-6497: Levantamento Geotécnico.

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-iv	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 4/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Além das normas, instruções e diretrizes apresentadas no item anterior, foram consultados outros documentos, conforme listados a seguir:

- Anexo B – Material de Referência para Execução do Projeto Executivo – Construção da Ponte Joinville (Edital: outubro/2014);
- REL-14813-04-01-1 - Processo de Licenciamento Ambiental (LAP) – Ponte Joinville (Contrato Nº 381/2013 - Azimute: outubro/2014);
- CRT 5694/14 - Relatório de Sondagem e levantamento topográfico da área de implantação da “Ponte Joinville” - Contrato Nº 403/203 executado pela empresa Geoforma para a Secretaria de Infraestrutura Urbana.
- Boletins de sondagens executadas pela empresa Geodésia Estudos, Projetos e Assessoria Ltda, contratada pela Planave, 2016.
- Ensaios de campo e laboratório executados pela empresa Solo Sondagem e Construções, contratada pela Planave, 2016.
- Boletins de sondagens executadas pela empresa Solotécnica C.I.S – Geotecnia e Fundações Ltda, contratada pela Planave, em 2018.
- I-OAESV-R-R0/16-15-iv – Estudo Preliminar – Estudo de Sondagem – Estudo de Subleito
- I-OAESV-R-R0/16-16-iv - Estudo Preliminar – Estudo de Sondagem – Estudo de Jazida
- I-OAESV-R-R0/16-17-iv – Estudo Preliminar – Estudo de Sondagem – Estudo de Fundação
- I-OAESV-R-R0/16-20-iv – Estudo Preliminar – Estudo Geotécnico.

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 5/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

4. GEOLOGIA GERAL DA REGIÃO

A área de Joinville está amplamente estudada do ponto de vista geológico, sendo fruto de diversos trabalhos, elaborados por diversos especialistas (Martin et al. (1988), Gonçalves (1993), Horn Filho (1997), Gonçalves & Kaul (2002)). Apresenta-se aqui, resumidamente um mapa geológico típico de interesse à região e suas principais descrições, especialmente no que tange aos depósitos recentes, de maior interesse aos estudos da ponte Joinville.

O município de Joinville situa-se no nordeste de Santa Catarina. Esta região apresenta um cenário geológico definido por processos de formação de rochas e solos decorridos em duas fases distintas da evolução da crosta terrestre. O embasamento cristalino iniciado no Pré-Cambriano (Escudo Catarinense) e os sedimentos recentes da era do Cenozoico, desde o Pleistoceno (Vieira, 2008). A Figura 1 apresenta o mapa geológico da região.

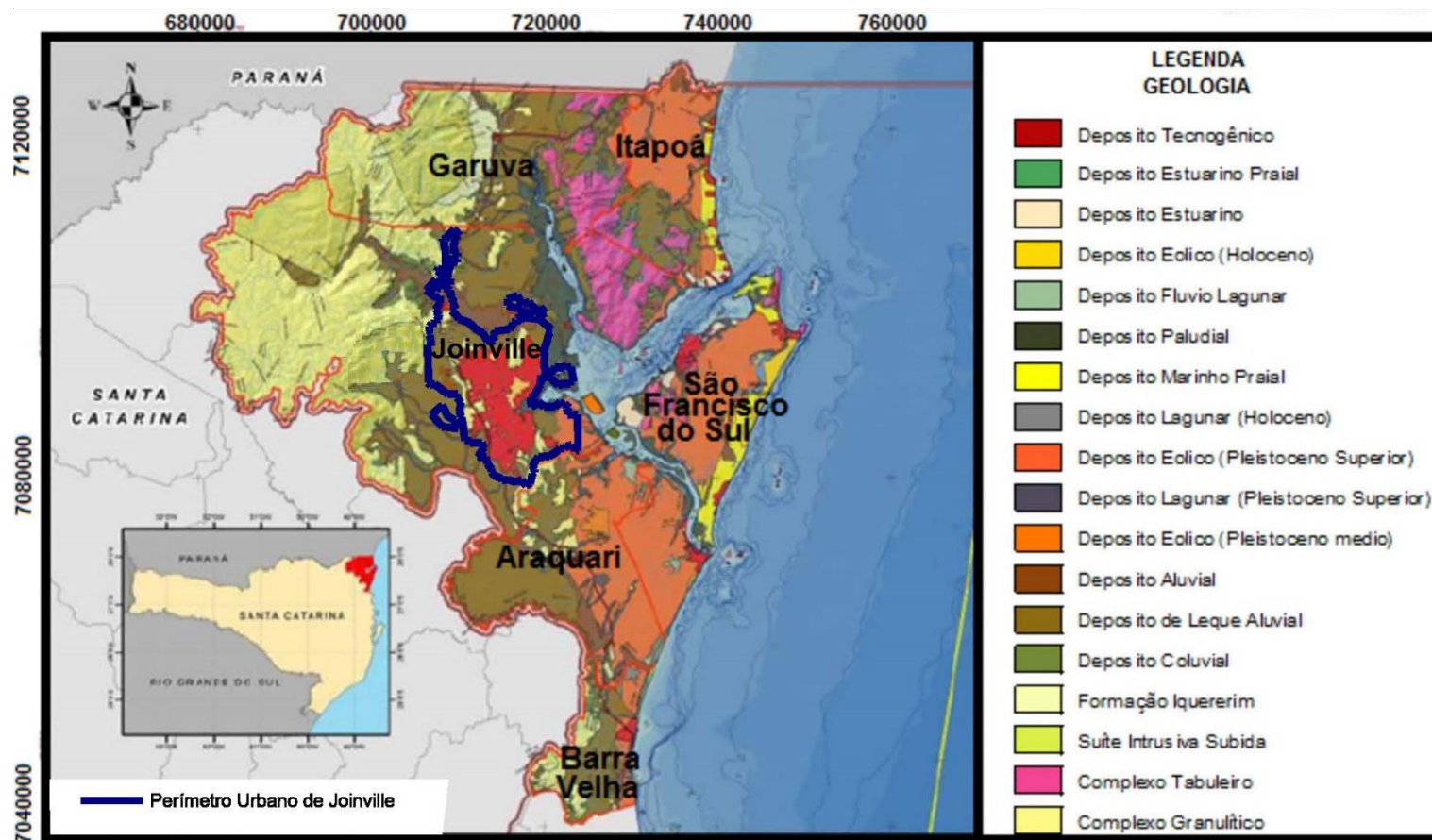



Figura 1 - Mapa Geológico da região de Joinville (Horn Filho, 2010)

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 7/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

Os processos magmáticos e metamórficos deram origem ao embasamento cristalino desta região, denominados Complexo Granulítico de Santa Catarina, (conhecido também como Maciço Mediano de Joinville ou ainda como o Complexo Luís Alves), a Suíte intrusiva Serra do Mar, o Grupo Campo Alegre e o Complexo Tabuleiro (Complexo Paranaguá).


As rochas metamórficas de alto grau do Complexo Granulítico originadas no arqueano foram invadidas por corpos graníticos pertencentes à Suíte Intrusiva da Serra do Mar e também, quase que simultaneamente, pelos depósitos vulcano-sedimentares do Grupo Campo-Alegre. Em seguida, ainda no final deste período geológico, o Complexo Paranaguá justapôs-se ao Complexo Granulítico.

O Complexo Granulítico de Santa Catarina é composto por rochas metamórficas do tipo gnaiss granulítico, gnaiss migmatítico e quartizitos com formações ferríferas. Já a Suíte Intrusiva Serra do Mar é formada por granitos alcalinos, conhecidos como Granito Morro Redondo, Granito Dona Francisca e Granito Piraí.

As “Bacias Vulcano-sedimentares de Campo Alegre e Corupá” formaram-se por deposições em pequenas depressões de sedimentos grosseiros, passando gradativamente para sedimentos mais finos, que foram intercalados com derrames de basaltos e explosões de riolitos, gerando grande quantidade de tufos vulcânicos (Viera, 2008).

O Complexo Paranaguá é um complexo ígneo polifásico incluindo uma grande variedade de rochas graníticas distribuídas ao longo da faixa oriental, com mais de 100 km de extensão, desde a ilha de São Francisco do Sul, no Estado de Santa Catarina até o sul do Estado de São Paulo, tendo em média cerca de 30 km de largura (Siga Jr et al., 1993). O Complexo Paranaguá limita-se a norte e oeste com o Complexo Luís Alves por falhas de cavalgamento.

Estes embasamentos cristalinos foram seccionados por inúmeras falhas (Vieira, 2008). Na área do Complexo Luís Alves, Suíte Intrusiva Serra do Mar e Grupo Campo Alegre, formam-se dois sistemas principais de falhas, NE-SW e NW-SE, direções essas que são de transtensão, segundo Kaul & Cordani (2000). Os terrenos rochosos do Complexo Paranaguá foram cortados, aparentemente, por um único sistema de falhas, com direção NNE-SSW.

	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-iv	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 8/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

No que se referem às coberturas sedimentares recentes cenozoicas, estas foram formadas durante o Pleistoceno (1,75 milhões de anos A.P. a 10 mil anos A.P.) e o Holoceno (10 mil anos A.P. até o presente), do Quaternário, compreendendo os seguintes depósitos, conforme Horn Filho (1997):

- Depósitos lagunares (Figura 2) e flúvio-estuarinos: areias siltico-argilosas, mal selecionadas, de cores cinza a creme, com laminação plano-paralela incipiente, frequentemente ricas em matéria orgânica.



Figura 2 - Exemplo de Depósito Lagunar (Horn Filho et al. (2015a))

- Depósitos flúvio-lagunares (Figura 3): sedimentos argilo-arenosos, comumente cobertos por fina camada de matéria orgânica, favorecendo as acumulações de turfa.

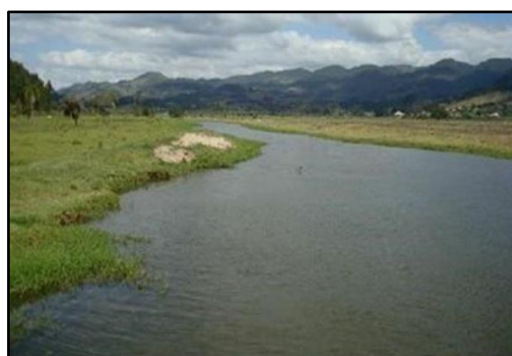



Figura 3 – Exemplo de Depósito Fluvio-Lagunar (Horn Filho et al. (2015b))

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 9/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

- Depósitos marinhos atuais: areias quartzosas finas a médias, bem selecionadas, de cores claras, creme a amareladas, excepcionalmente escuras devido a concentração de minerais pesados (magnetita, ilmenita), com laminações plano-paralela e cruzada que se podem truncar mutuamente. São sedimentos depositados em planícies de marés, planícies de cordões regressivos litorâneos e praias atuais. Os depósitos marinhos praias (Figura 4) sofrem influência dos processos de sedimentação não só marinhos, mas também eólicos com eventos transgressivos e regressivos do Holoceno.



Figura 4 – Exemplo de Depósito Marinho Praial (Horn Filho et al (2015c))

- Depósitos aluvionares (Figura 5): areias, cascalheiras e sedimentos siltico-argilosos acumulados em planícies de inundação, terraços e calhas da rede fluvial atual.

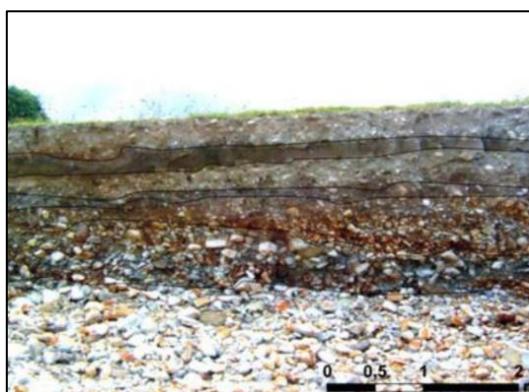



Figura 5 - Exemplo de Depósito Aluvial (Vieira (2008) e Horn Filho et al (2015d))

	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-iv	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 10/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

- Depósitos colúvio-aluvionares (Figura 6): sedimentos localizados nas encostas das elevações, que apresentam, no seu conjunto, grande variação granulométrica, com estratificação incipiente ou ausente.




Figura 6 – Exemplo de Depósito Coluvial (Puhl et al. (2009) e Horn Filho et al. (2015e))

- Depósitos paludiais (Figura 7): sedimentos argilo-arenosos, mal selecionados, ricos em matéria orgânica. São sedimentos depositados em ambiente sob influência de marés, típicos de manguezais, que é o caso de nossa geologia de superfície onde se situará a ponte.



Figura 7 - Exemplo de Depósito Paludial (Joaquim et al (2009) e Horn Filho et al (2015b))

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 11/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

5. GEOLOGIA LOCAL

A geologia do município de Joinville compõe-se predominantemente por gnaiss granulítico, tendo subordinadamente ocorrência de gnaiss bandado, quartzito, formação ferrífera, rocha meta-ultramáfica, anfibolito e localmente diabásio, além de sedimentos recentes (Gonçalves, 1993). A Figura 8 apresenta o mapa da geologia do município de Joinville com a indicação do local da área da ponte e a Figura 9 apresenta a legenda deste mapa.

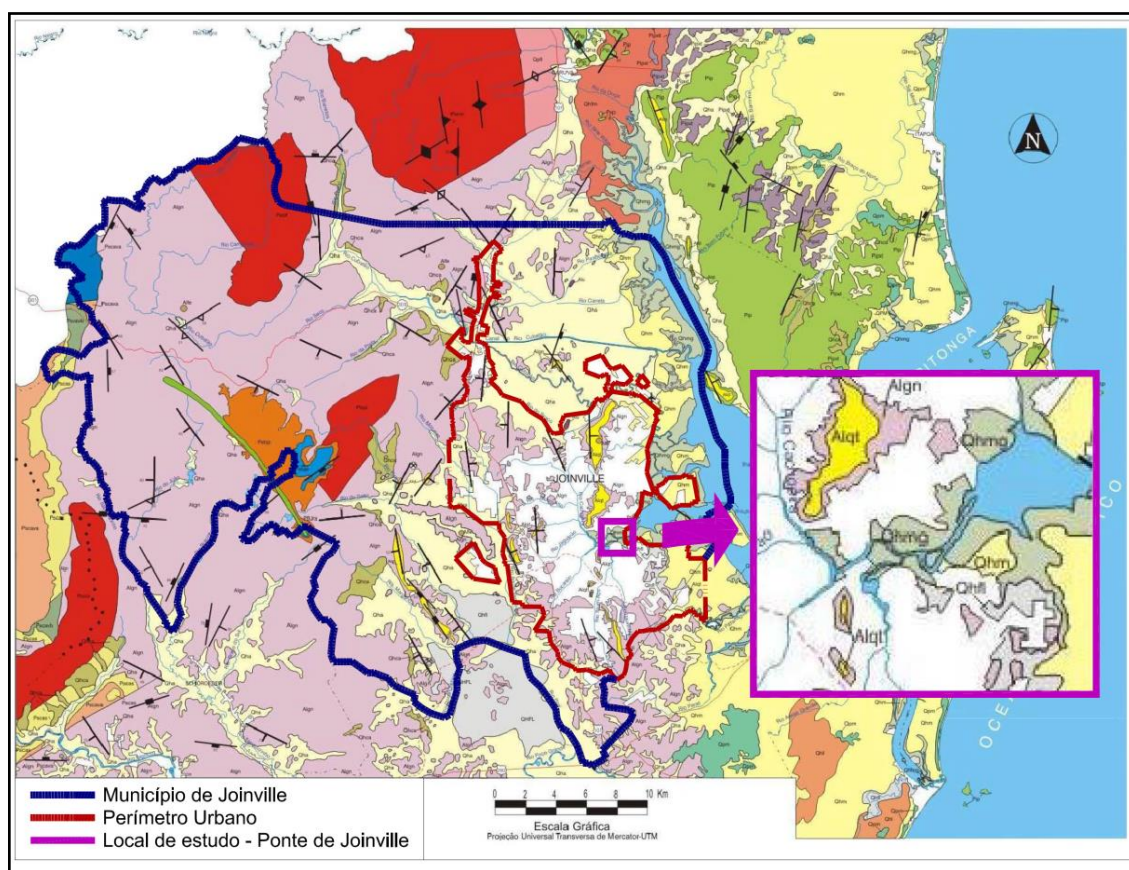



Figura 8- Mapa Geológico do Município de Joinville (adaptado de Gonçalves, 1993)

	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 12/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

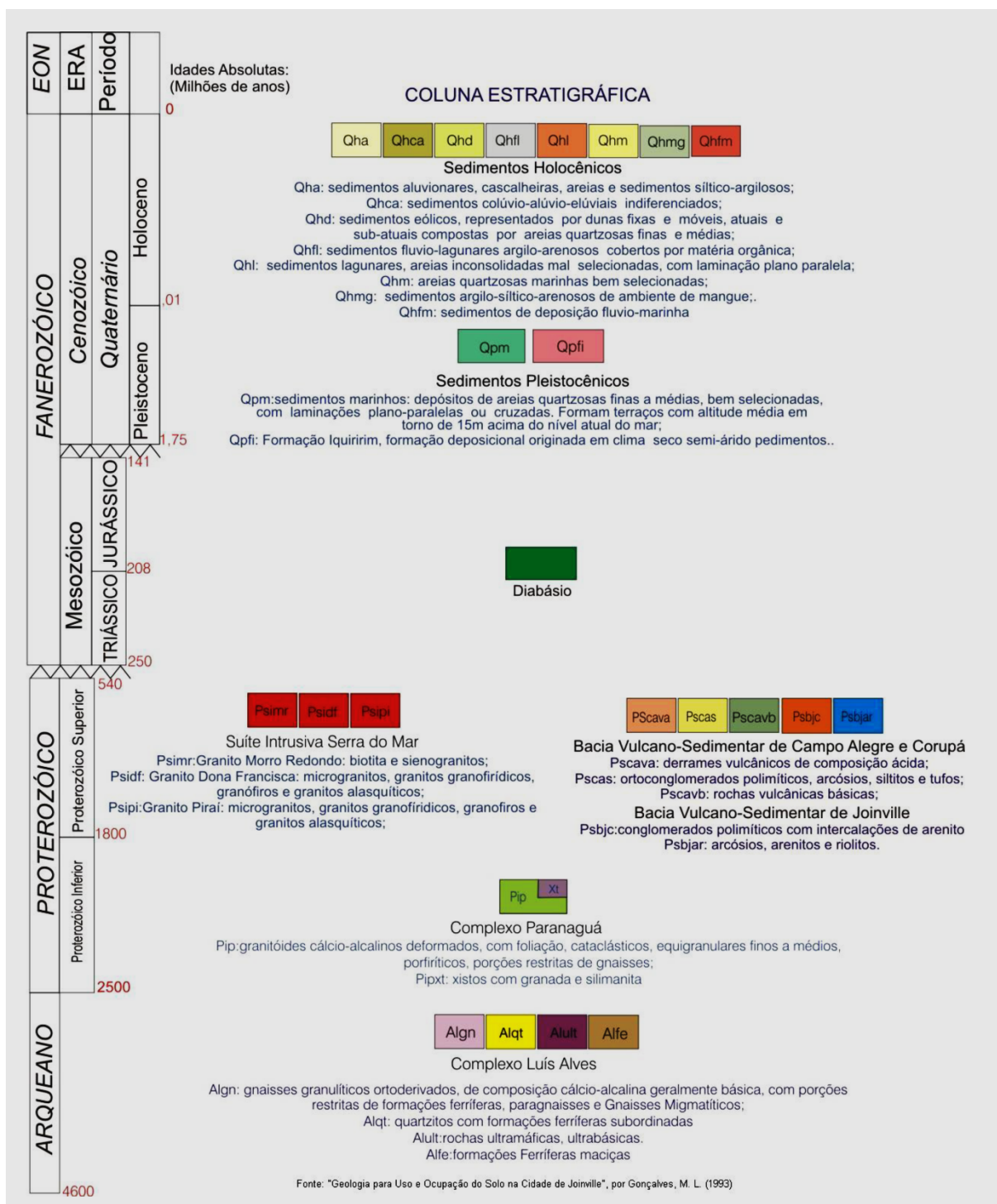



Figura 9 - Legenda do Mapa Geológico - Gonçalves (1993)

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 13/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

Conforme Gonçalves (1993), o gnaissé granulítico ocorre na maior parte do município de Joinville, apresentando cor esverdeada (quando preservado), com textura homogênea. Petrograficamente este gnaissé é constituído por um predomínio de plagioclásio, seguido de hornblenda, quartzo, hiperstênio, biotita, diopsídio, além de traços de apatita, minerais opacos, epidoto e zircão.

A oeste da BR-101, ocorrem níveis de gnaissé bandado, intercalados nesse gnaissé granulítico, com espessuras das bandas de 1-10cm. O gnaissé bandado apresenta-se quase sempre alterado intempericamente. As bandas são vistas pela intercalação centimétrica de cores vermelha, ocre, branca e níveis quartzíticos e de formação ferrífera. A transição do gnaissé bandado para o quartzito ocorre através de um aumento no conteúdo de quartzo no gnaissé.


O quartzo aflora sob forma de lentes descontínuas dentro do mesmo nível que sustenta os morros do Timbé, Iriuí, Boa Vista, Guanabara e Itinga, sendo que sua espessura varia de 10cm a 20cm. No quartzito encontram xistosidade, bandamento composicional, dobras e lineação mineral dada orientação de micas ou por minerais opacos.

A formação ferrífera encontra-se associada ao quartzito e sua ocorrência se dá na forma de lentes descontínuas, aparecendo, localmente, bolsões centimétricos em meio às bandas. Neste tipo de rocha é comum a alteração química.

A rocha meta-ultramáfica apresenta-se intercalada no gnaissé bandado sob a forma de lentes, estando sempre alterada e apresentando grão fino. Sua composição é dada por tremolita-xisto e talco-xisto.

Já o diabásio ocorre sempre sob a forma de dique verticais e está em estágio de alteração intempérica avançado, dando origem a esfoliação esferoidal típica de rochas ígneas.

Os sedimentos recentes da era do Cenozóico, período do quaternário, são de origem marinha e continental. Os sedimentos de origem Marinha encontram-se nas áreas de influência de maré, e geralmente possuem elevada quantidade de matéria orgânica.

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 14/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

Os sedimentos de origem continental tem sua composição de acordo com a rocha que lhe deu origem, como por exemplo, na área de ocorrência do gnaiss granulítico, os sedimentos são formados por silte-argilosos, enquanto que nos locais de ocorrência do gnaiss bandado com lentes de quartzito, os sedimentos tendem a ser silto - arenoso pouco argilosos, com grande quantidade de fragmentos de rocha.

Existem na cidade de Joinville de forma generalizada vários bolsões de turfa, com espessuras variando de 0,5m a 4,5m (Gonçalves, 1993).

Nas áreas de interface entre continente e com influência de maré ocorrem os sedimentos de origem mista.

6. GEOLOGIA DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DA PONTE DE JOINVILLE

A área de implantação da Ponte localiza-se a leste do município de Joinville no Complexo Lagunar-Estuarino de Babitonga. É uma área de manguezal com influência da maré. O mapa geológico do local de implantação é apresentado na Figura 10.

Os sedimentos, conforme se verifica nas imagens de satélites (Figura 11 a Figura 12) e nas fotos do local durante a execução da sondagem NSM-02 da campanha Geodésia 2016 (Figura 13 a Figura 15), são formados pelos depósitos paludiais, ou seja, sedimentos argilo-siltico-arenosos de ambientes de mangue, ricos em matéria orgânica e sedimentos marinhos atuais, caracterizados por areias quartzosas marinhas bem selecionadas.


	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 16/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	



Figura 12 - Imagem aérea de satélite do local de implantação da Ponte Joinville (Fonte: Google Earth)



Figura 13 - Foto 1 da área de manguezal


PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-iv	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 17/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	



Figura 14- Foto 2 da área de manguezal



Figura 15 - Foto 3 da área de manguezal

	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-lv	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 18/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	


7. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS REALIZADAS

Para uma caracterização ampla e completa do terreno de fundação da ponte e da área circunvizinha ao Empreendimento, foram realizadas três campanhas de sondagens, uma no passado, em 2014, pela empresa Geoforma Engenharia Ltda, composta de 15 sondagens à percussão, e mais duas campanhas realizadas nesta etapa do projeto, de modo a complementar as já executadas, sendo feitas mais 49 sondagens, sendo 42 sondagens à percussão e 4 sondagens mistas, por duas empresas, 13 sondagens à percussão e 2 sondagens mistas pela empresa Geodésia Estudos, Projetos e Assessoria Ltda em 2016, e 32 sondagens à percussão e 2 sondagens mistas pela empresa Solotécnica C.I. S – Geotecnia e Fundações Ltda em 2018, conforme descrito no documento I-OAESV-R-R0/16-17-lv.

As Figuras 17 a 30 apresentam os perfis geotécnicos elaborados com base na locação das sondagens da Figura 16, ressaltando-se que na última campanha, executada pela Solotécnica, as sondagens coincidem rigorosamente com a posição dos pilares. Tais perfis foram elaborados considerando as sondagens das três campanhas existentes ao longo do eixo da ponte, sendo que no caso das sondagens estarem muito próximas impossibilitando a representação de uma delas deu-se prioridade a campanha mais recente da Solotécnica C.I.S – Geotecnia e Fundações Ltda em 2018.

O perfil geotécnico ao longo do traçado da Ponte Joinville e acessos viários apresenta de certo modo uma monotonia geotécnica. Com efeito, o terreno de fundação pode ser caracterizado por possuir uma camada superficial de argila muito mole com cerca de 6m de espessura em média e $N_{SPT\text{medio}}=0$ a 2 golpes/30cm. Próximos aos acessos aos bairros tem-se uma camada de 2m (Bairro Boa Vista) e de 1m (Bairro Adhemar Garcia) aproximadamente de aterro (argila arenosa), sobreposta a essa camada de argila mole.

Abaixo desta camada de argila muito mole tem-se uma camada de areia siltosa/argilosa pouco a mediamente compacta com 4m de espessura média e $N_{SPT\text{medio}}=14$ golpes/30cm. Em algumas sondagens esta camada de areia apresenta-se com pedregulhos.

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 19/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

Sotoposta a estas camadas tem-se uma camada de silte arenoso (solo residual) com resistência crescente com a profundidade (em algumas sondagens também se encontrou pedregulhos). Esta camada pode ser dividida em duas subcamadas, a primeira com espessura média de 5m, pouco a medianamente compacta com $N_{SPT_{medio}}=12$ golpes e a segunda com espessura média de 10m, compacta a muito compacta com $N_{SPT_{medio}}=40$ golpes.

A profundidade do impenetrável à percussão e a lavagem, e conseqüentemente a espessura da camada de solo residual, varia ao longo do traçado da ponte, sendo que para o lado do bairro Boa Vista, considerando aqui o Rio Cachoeira como divisor, o impenetrável situa-se por volta dos 20m de profundidade e para o lado do bairro Adhemar Garcia com transição para mais próximo dos 40m de profundidade. O nível d'água encontra-se em média a 1,0m de profundidade.

Assim, analisando as sondagens realizadas no traçado do eixo viário e da obra de arte especial, pode-se inferir a resistência do terreno em toda extensão da ponte e a partir das mesmas se construir os modelos geomecânicos de análise necessários à concepção da fundação da ponte.



PT PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 21/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

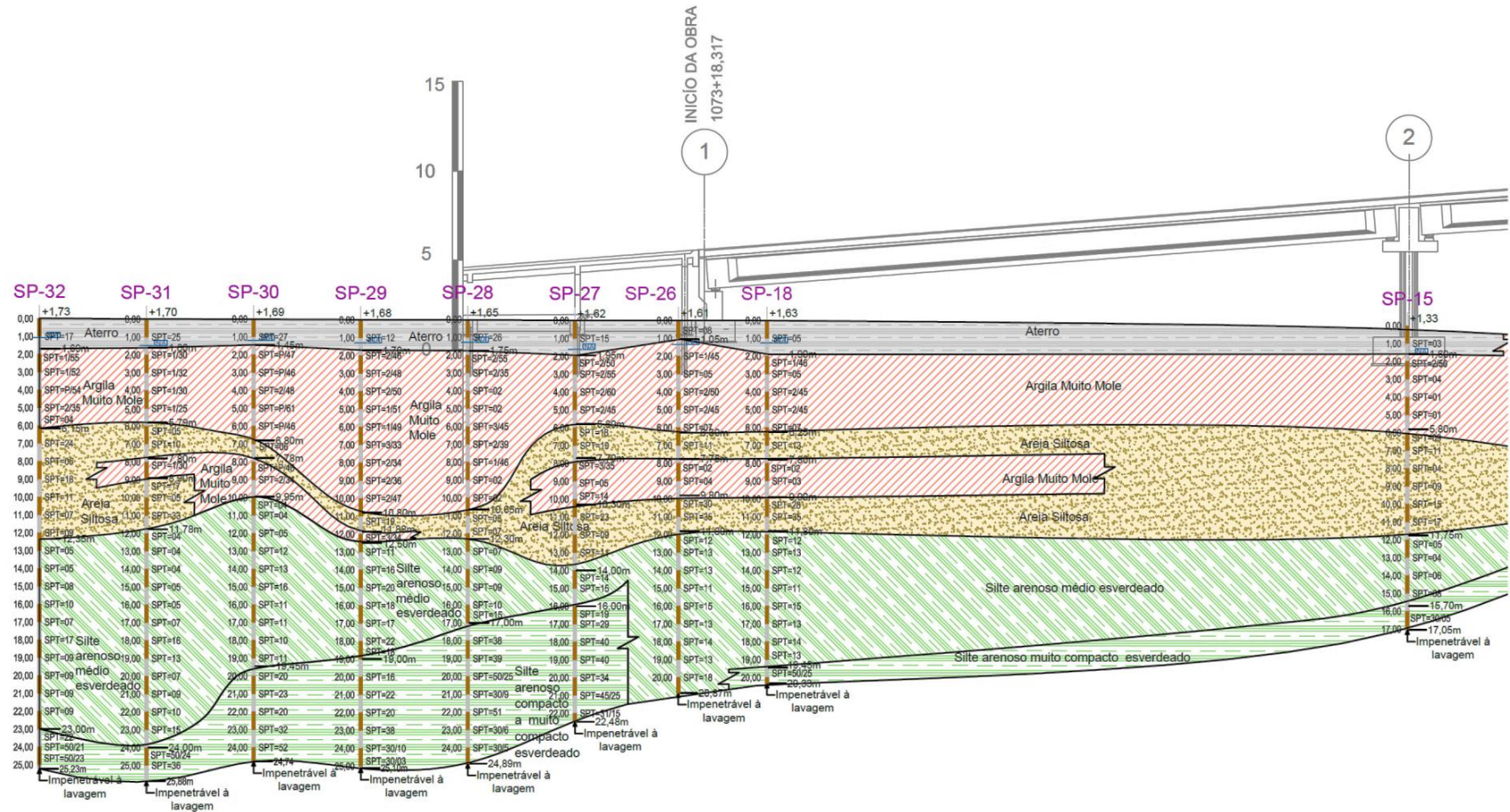


Figura 17 - Perfil Geotécnico 1-1 (Entre o encontro do Bairro Boa Vista e o Eixo 2 da Ponte)

PT PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 22/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

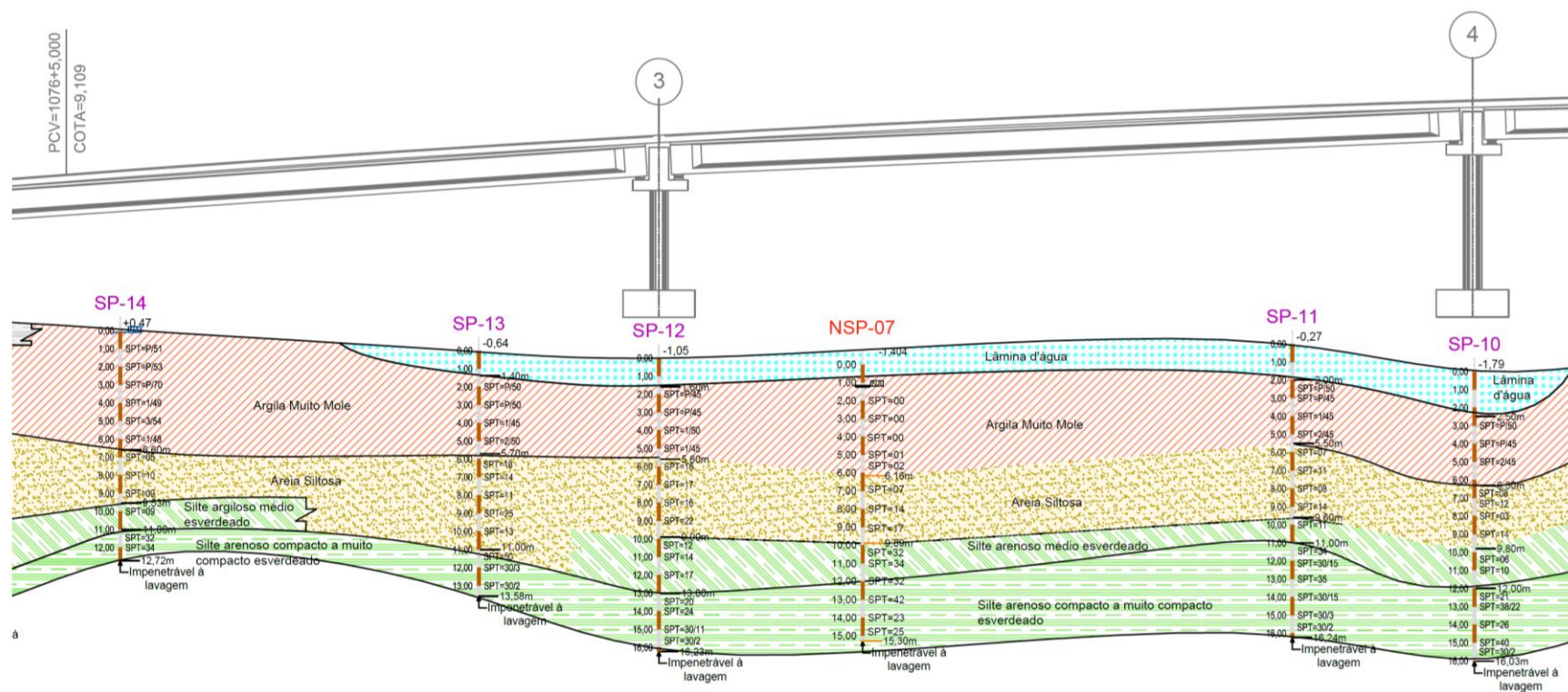


Figura 18 - Perfil Geotécnico 1-1 (Entre o Eixo 2 e Eixo 4 da Ponte)

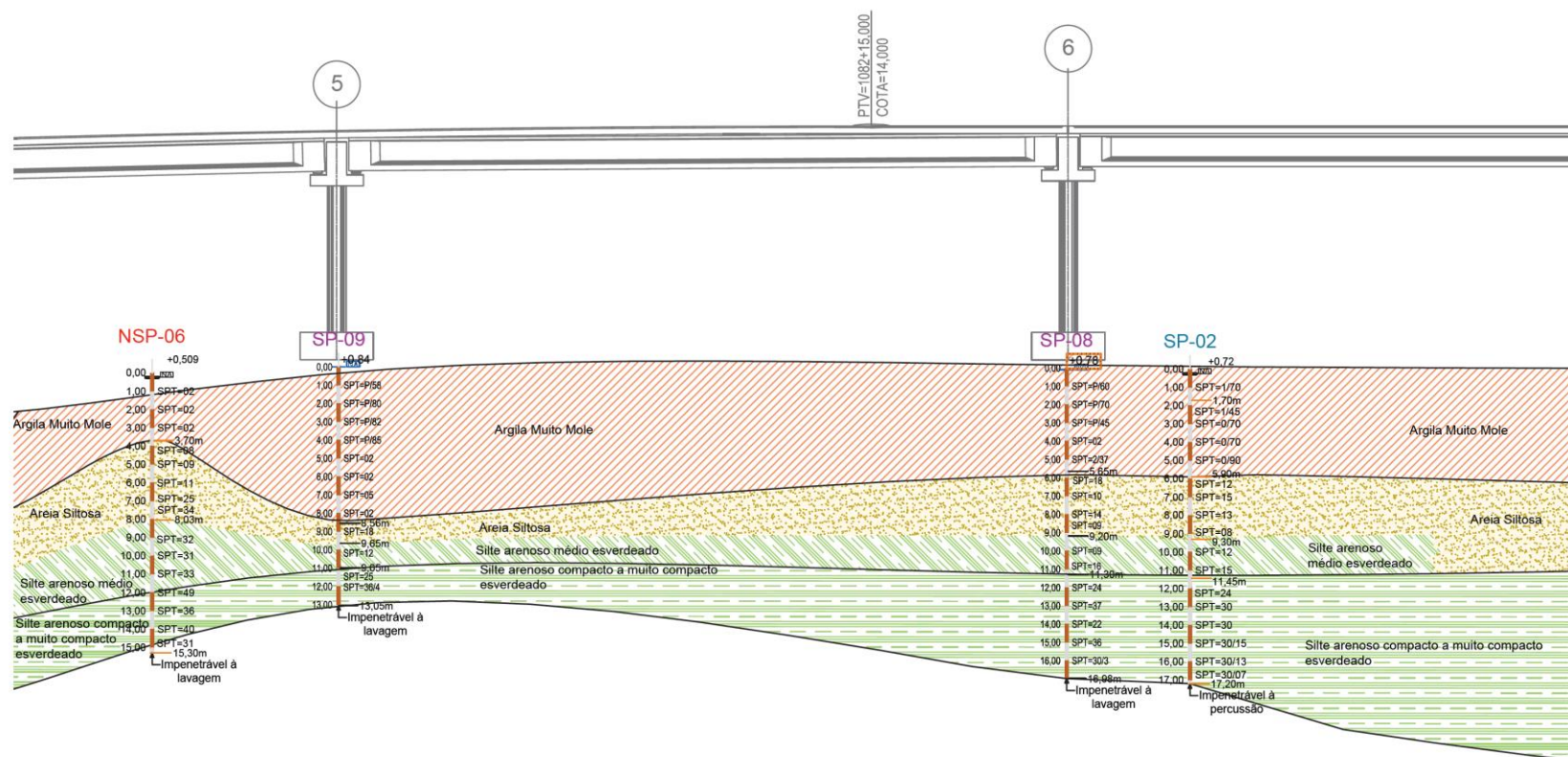


Figura 19 - Perfil Geotécnico 1-1 (Entre o Eixo 4 e Eixo 7 da Ponte)

PT PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 24/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

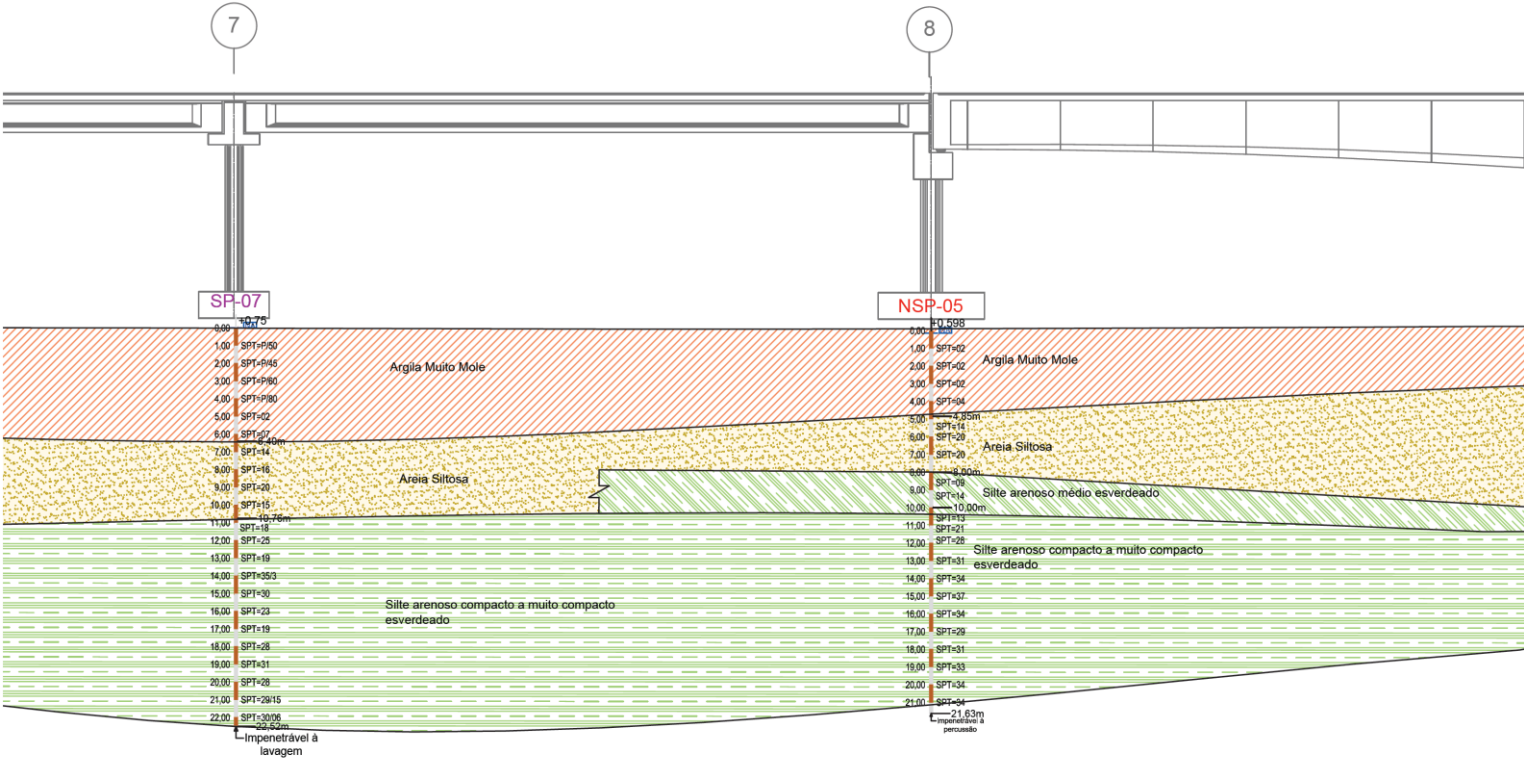


Figura 20 - Perfil Geotécnico 1-1 (Entre o Eixo 7 e Eixo 9 da Ponte)

PT PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 25/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

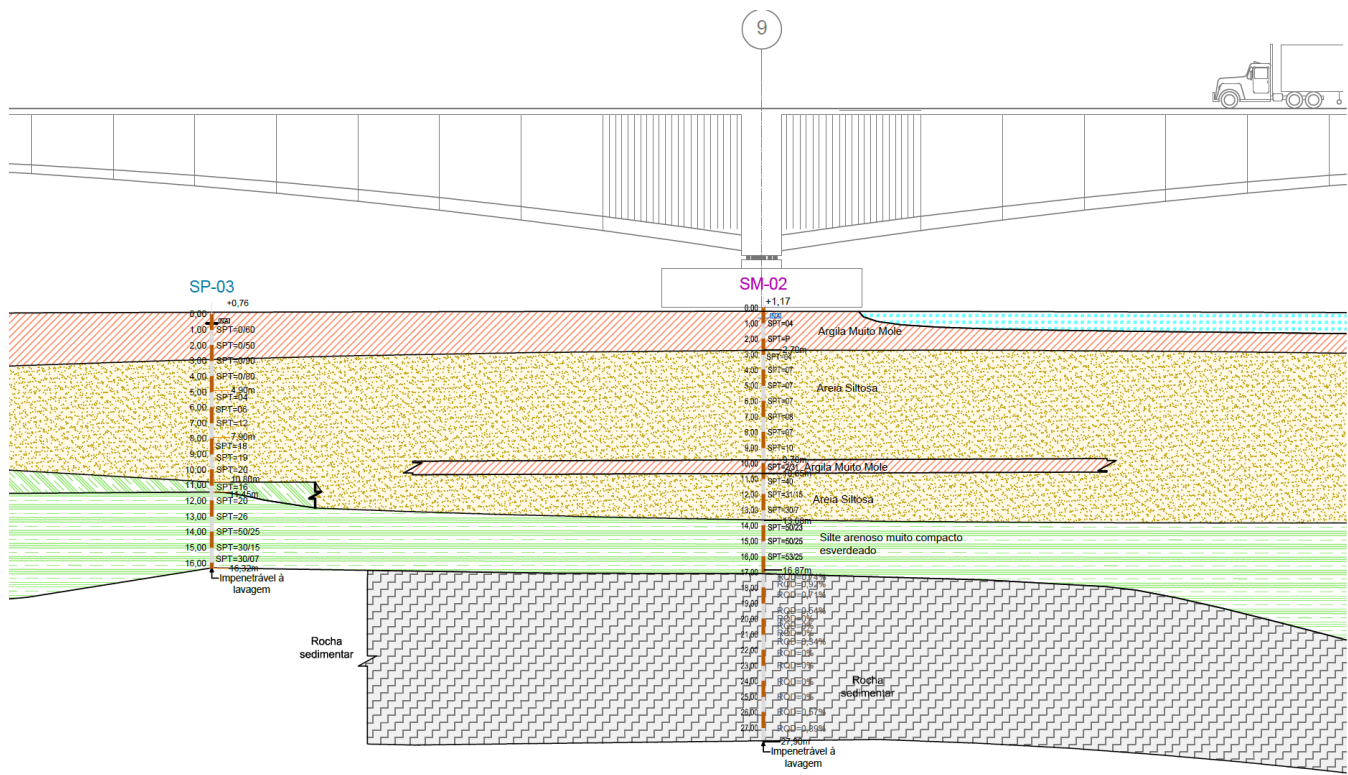


Figura 21 - Perfil Geotécnico 1-1 (Entre o Eixo 9 e Eixo 10 da Ponte)

PT PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 26/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

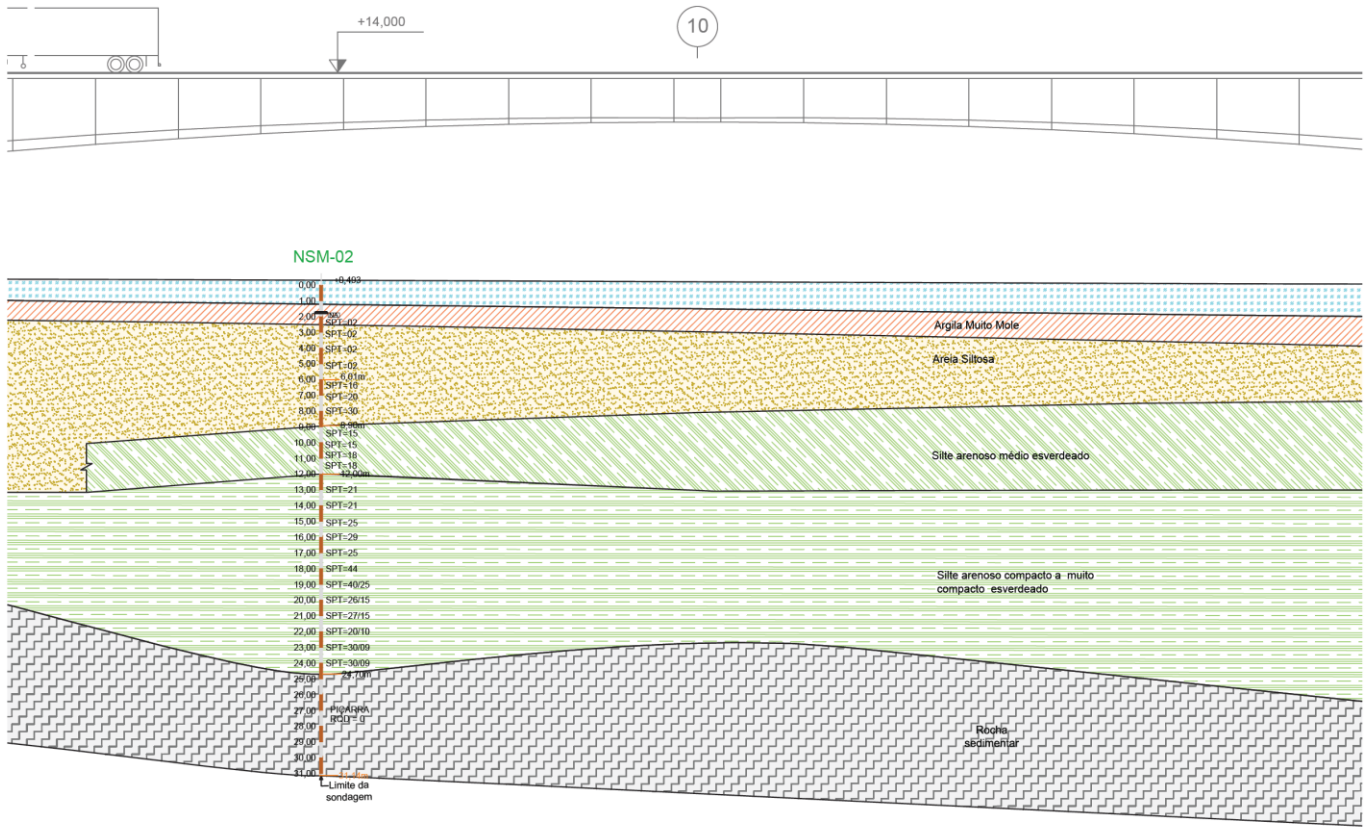


Figura 22 - Perfil Geotécnico 1-1 (Entre o Eixo 10 e Eixo 11 da Ponte)

PT PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 27/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

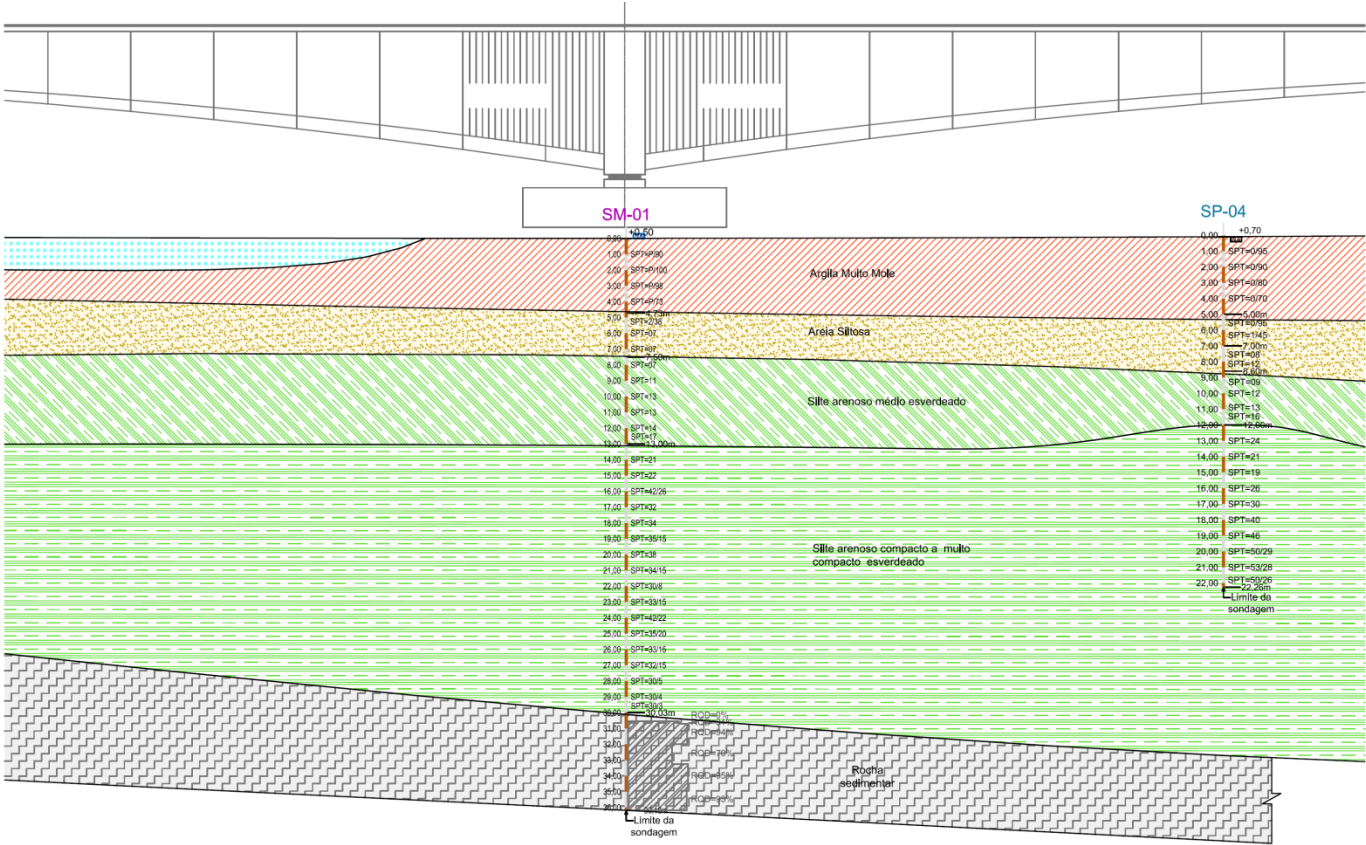


Figura 23 - Perfil Geotécnico 1-1 (Entre o Eixo 11 e Eixo 12 da Ponte)

PT PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 28/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

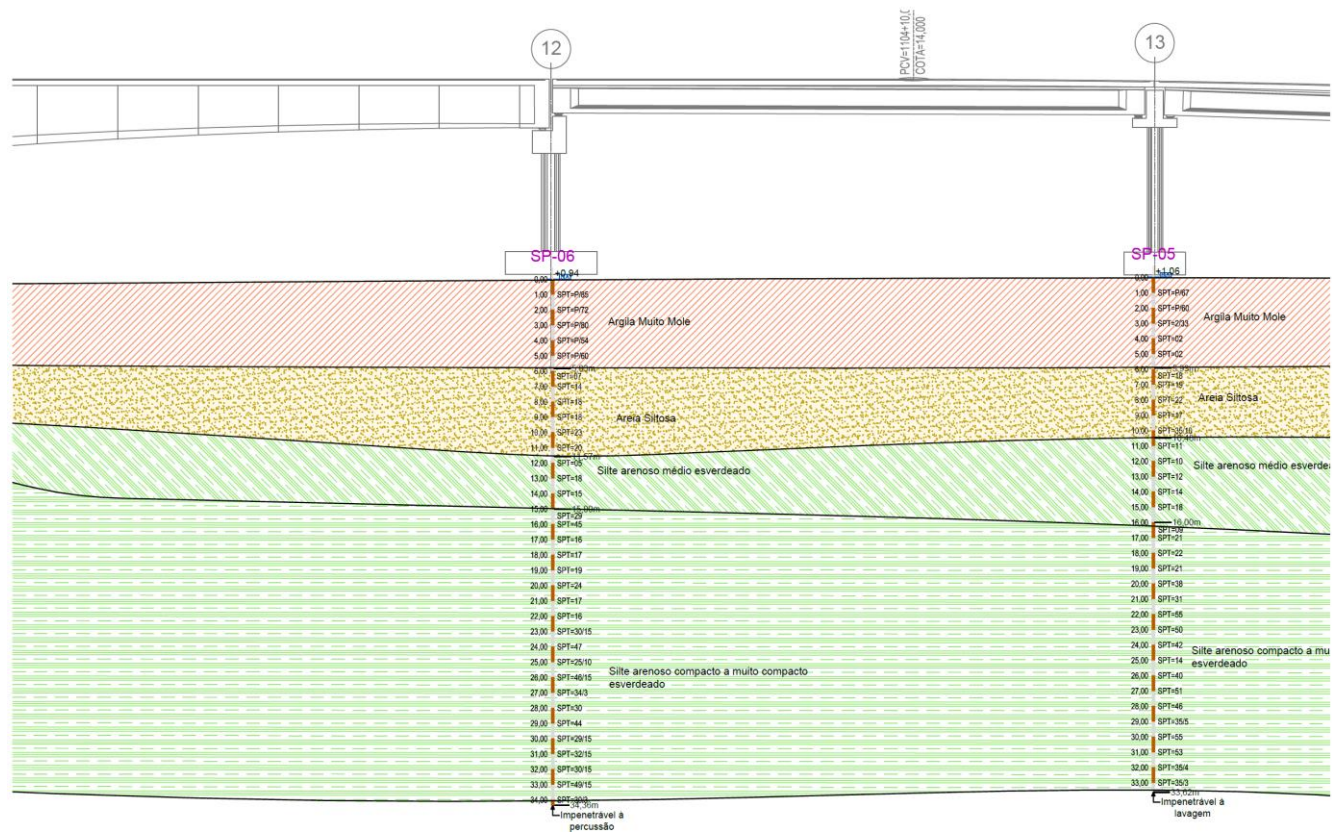


Figura 24 - Perfil Geotécnico 1-1 (Entre o Eixo 11 e Eixo 13 da Ponte)

PT PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 29/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

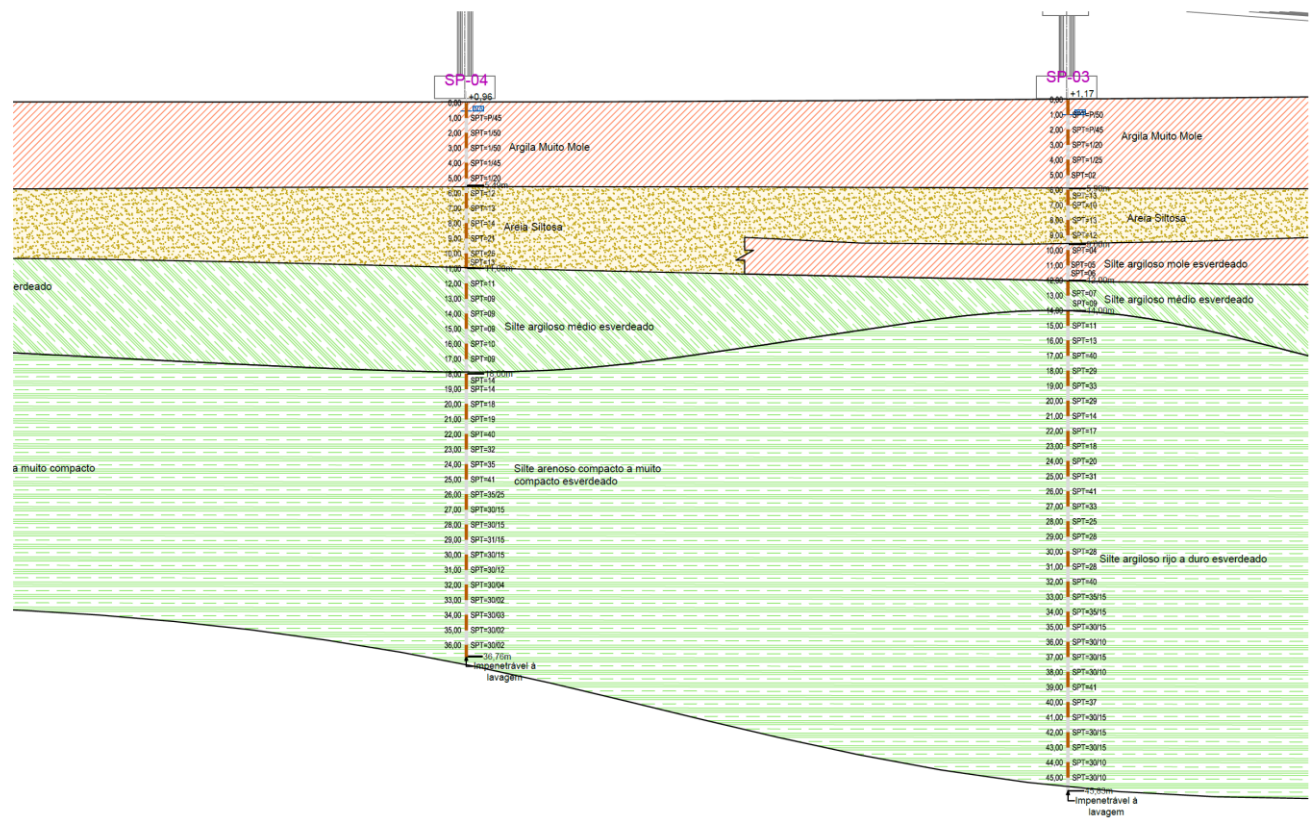


Figura 25 - Perfil Geotécnico 1-1 (Entre o Eixo 14 e Eixo 15 da Ponte)

PT PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-lv	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 30/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

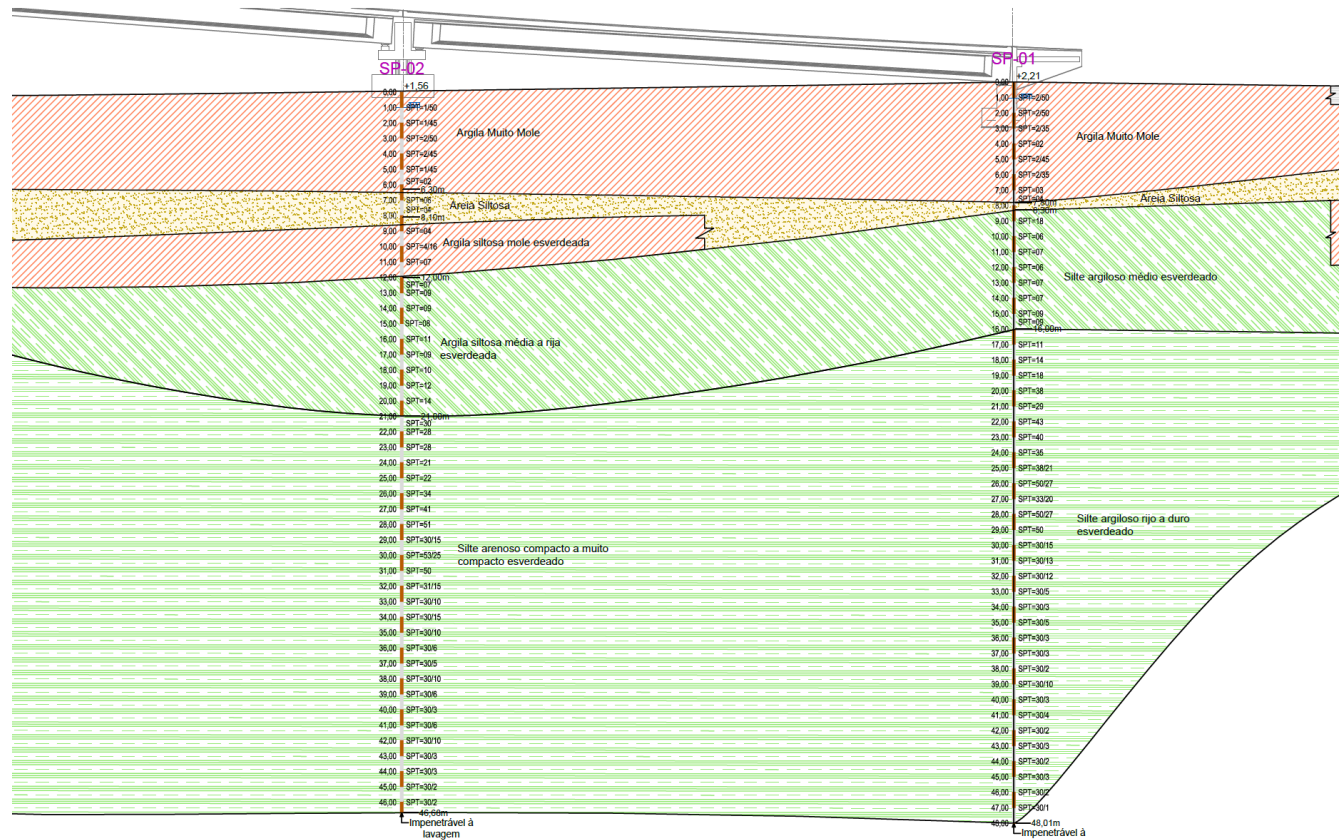


Figura 26 - Perfil Geotécnico 1-1 (Entre o Eixo 16 e Eixo 17 da Ponte)

PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-iv	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 31/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

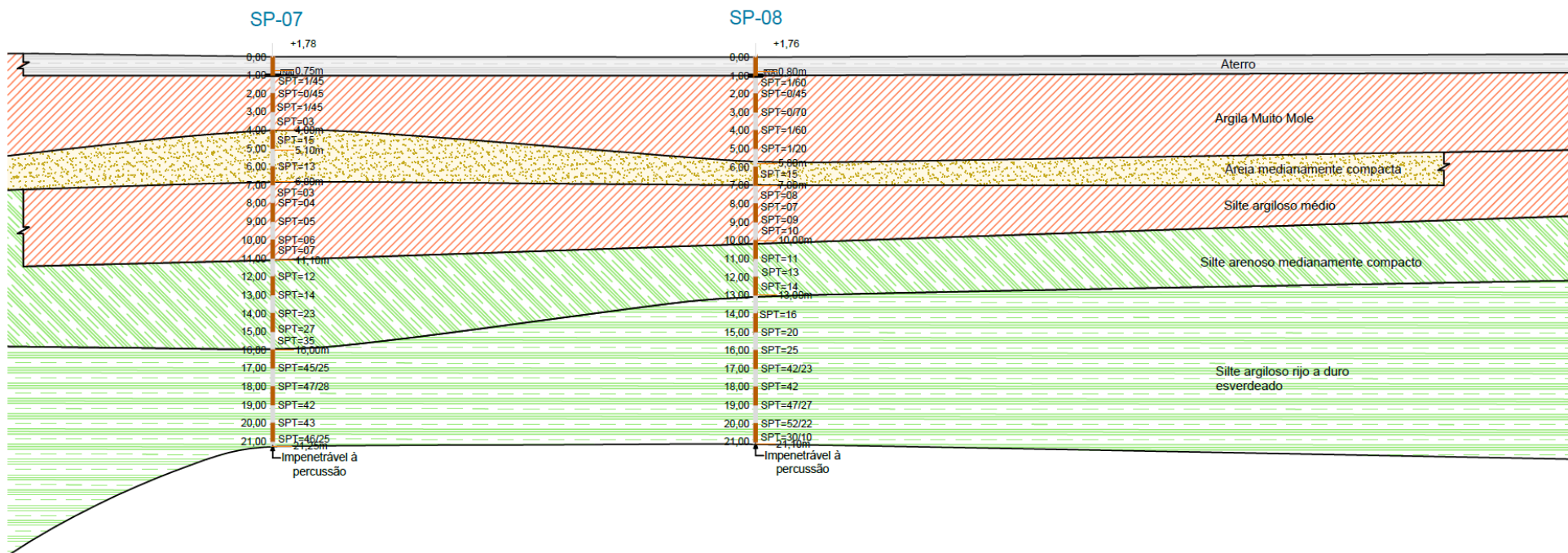


Figura 27 - Perfil Geotécnico 1-1 (Entre o Eixo 17 e Encontro Adhemar Garcia)

PT PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 32/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

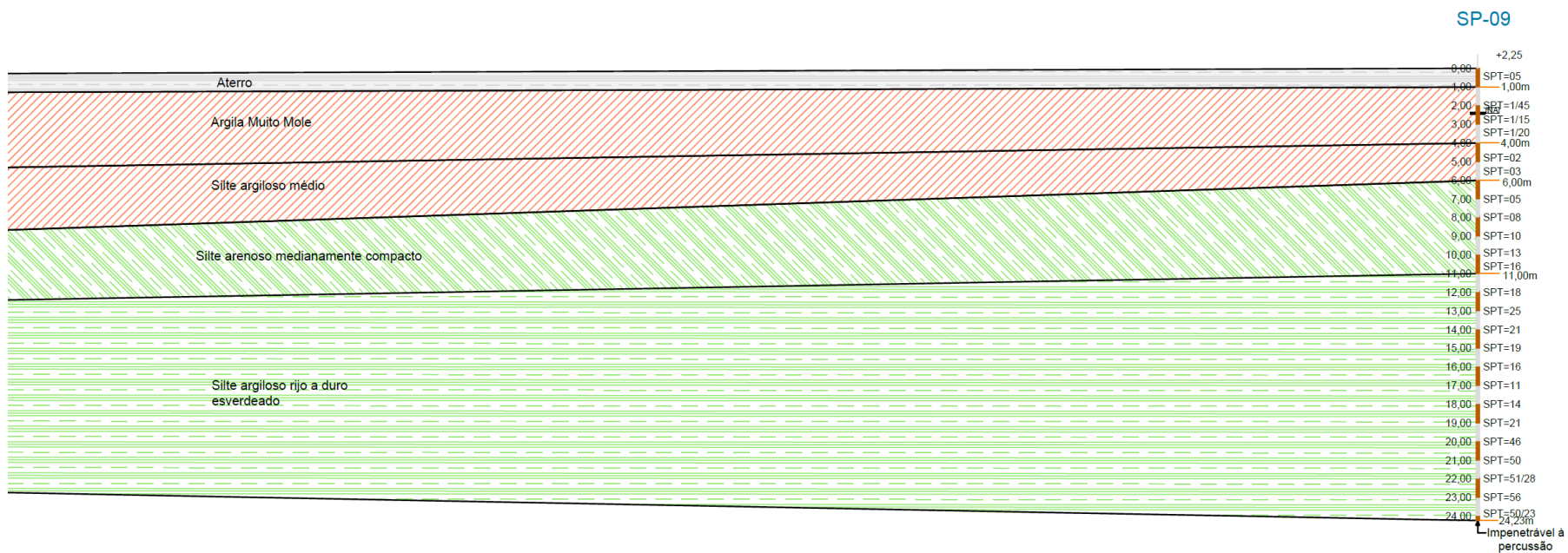


Figura 28 - Perfil Geotécnico 1-1 (Entre o Eixo 17 e Encontro Adhemar Garcia)

PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-iv	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 33/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

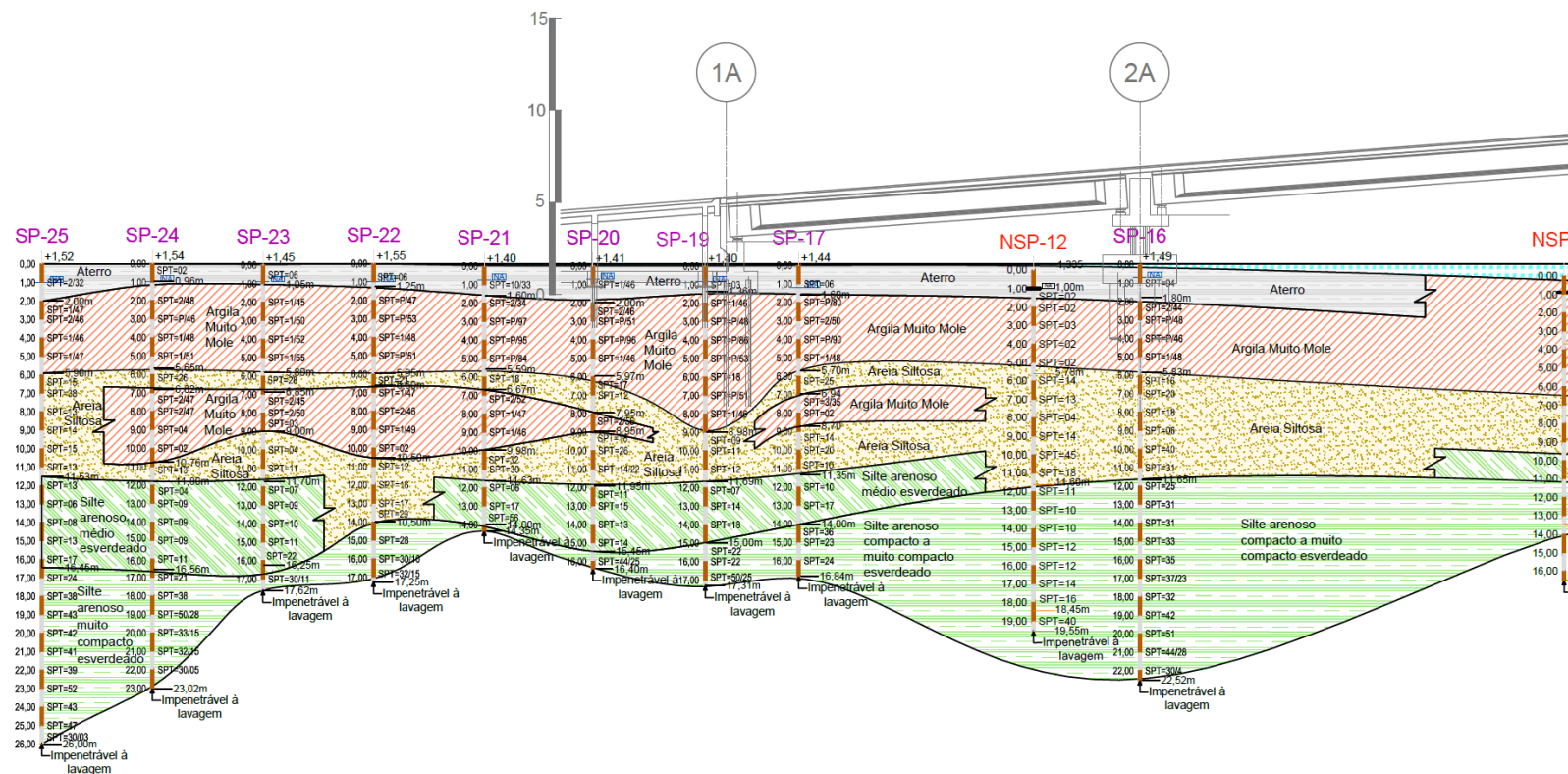
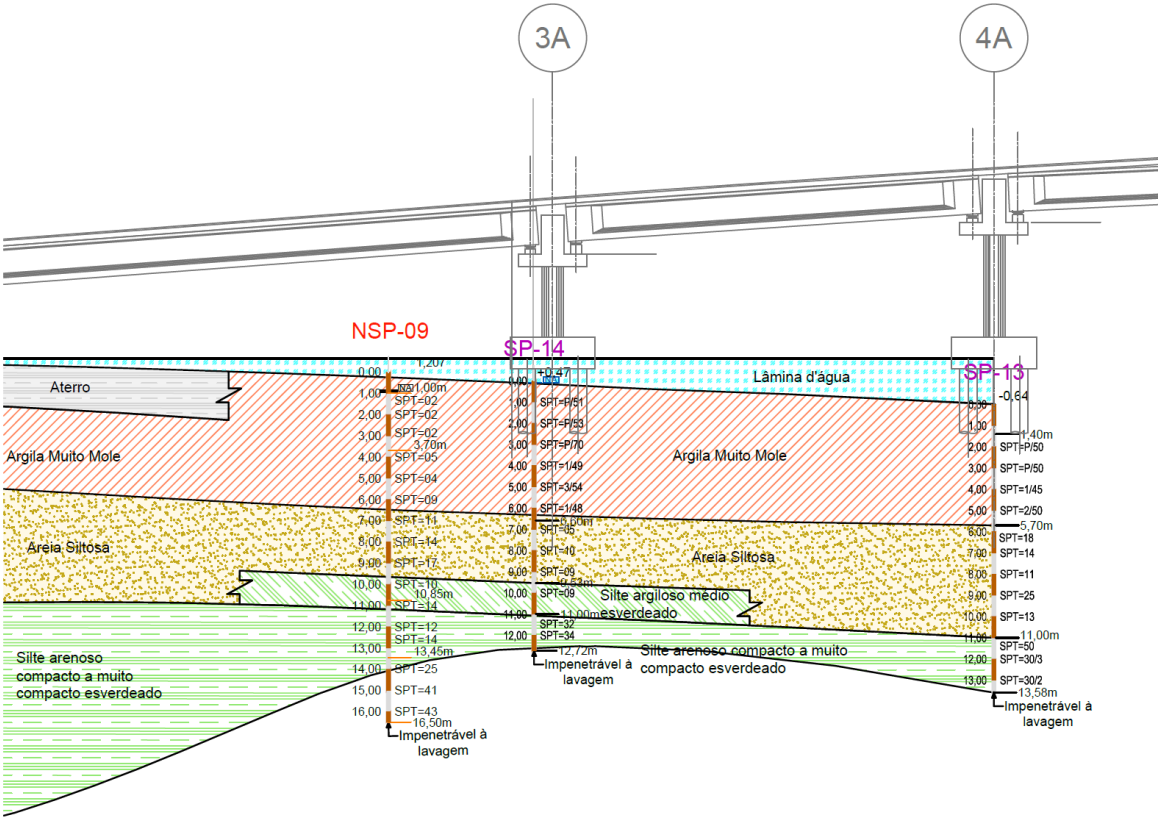



Figura 29 - Perfil Geotécnico 2-2 (Entre o Eixo 1A e 2A)

PT PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 34/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	



	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R3/16-10-lv	REV. CLIENTE 3	FOLHA: 35/56
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE C	

8. ANÁLISE DE RISCO GEOLÓGICO NA REGIÃO

O terreno de fundação ao longo do traçado da ponte apresenta baixa capacidade de suporte e elevada compressibilidade. Assim, no que tange às fundações da ponte, tendo em vista a existência desta camada de argila muito mole a mole na superfície, com profundidades da ordem dos 6m, deve-se descartar, com ênfase, a possibilidade de utilização de fundação direta (superficial), que não atenderia aos requisitos nem de estabilidade, nem de recalques.

As fundações devem recair então em fundações profundas, em estacas escavadas e/ou cravadas, as primeiras com a ponta embutida na rocha, e as cravadas até a nega a ser obtida no campo durante a cravação. A escolha dependerá das cargas e diâmetro da estaca.

Quanto aos acessos de ambos os lados, ou seja, no bairro Boa Vista e Ademar Garcia, os encontros praticamente encontram com o terreno natural, ou seja, não estão previstos aterros expressivos (Hat <1,5m) que necessitem de tratamento do terreno de fundação.

9. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE APOIO

Como as áreas de implantação da Ponte são formadas por mangue superficialmente, área de proteção permanente e inservíveis como aterros ou por áreas densamente ocupadas, constatou-se a impossibilidade de utilizar tais áreas para extração e fornecimento de material para a obra.

No relatório I-OAESV-R-R0/16-16-lv apresenta-se o estudo das jazidas materiais de empréstimo mais próximas para a obra da Ponte de Joinville. Tal estudo indicou e descreveu jazidas pétreas e terrosas em três locais comerciais de porte e controle de qualidade necessárias para a obra da ponte, sendo a Rudnick Minérios (Figura 31 e Figura 32), a Britagem Vogelsanger (Figura 33) e a Infrasul (Pedreira Rio Zoada), Figura 34.


 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 36/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	



Figura 31 - Jazida de rocha da Rudnick Minérios (relatório I-OAESV-R-R0/16-16-IV)



Figura 32 - Fonte de material para aterro da Rudnick Minérios. (relatório I-OAESV-R-R0/16-16-IV)



	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-iv	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 37/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	



Figura 33 - Fonte de rocha e material de aterro (parte superior) da jazida da Britagem Vogelsanger (relatório I-OAESV-R-R0/16-16-iv)



Figura 34 - Fonte de rocha e solo de aterro (parte superior) na jazida da Pedreira Rio Zoada. (relatório I-OAESV-R-R0/16-16-iv)

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 38/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	


Todas as jazidas apresentadas no relatório comercializam com frequência com grandes construtoras da região de Santa Catarina e do Paraná por apresentarem um controle tecnológico periódico e conter suas licenças ambientais atualizadas.

O principal material comercializado por estas jazidas é o pétreo, com grande disponibilidade na região, mas a pedreira Rio Zoadá e a Rudnick Minérios, também comercializam material terroso resultante da decapagem da pedreira.

10. RECOMENDAÇÕES SOBRE ASPECTOS PRIVILEGIADOS OU EVITADOS

Este relatório atende às necessidades para elaboração das fases dos projetos subsequentes (executivo, por exemplo). Conforme comentado anteriormente, em grande parte da área do empreendimento ocorre o solo de mangue na superfície, com terrenos baixos e planos sujeitos a períodos cíclicos de inundação, conforme variação de maré. Manguezais são zonas úmidas, definidas como um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característicos de regiões tropicais e subtropicais. Na região onde será construída a ponte, não foi encontrado nenhum registro de movimentação de massa, e, portanto, de necessidade de contenções.

Desta forma não há aspectos privilegiados ou serem evitados no traçado da ponte.

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 39/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


GONÇALVES, M. L. 1993. **Geologia para planejamento de uso e ocupação territorial do município de Joinville**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GONÇALVES, M. L.; KAUL, P. F. T. 2002. Evolução geológica. In: FATMA. 2002. Atlas Ambiental da Região de Joinville: Complexo Hídrico da Baía da Babitonga: FATMA/GTZ, p. 05-08, 139p.

HORN FILHO, N. O. 1997. **O Quaternário costeiro da ilha de São Francisco do Sul e arredores, nordeste do Estado de Santa Catarina - aspectos geológicos, 159 evolutivos e ambientais**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 283p.

HORN FILHO, N.O. 2010. **Diagnóstico geológico-geomorfológico do litoral Norte ou setor 1 do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina – GERCO/SC**. Governo do Estado de Santa Catarina e AMBIENS Consultoria e Projetos Ambientais.

HORN FILHO, N.O.; MACHADO, C.; POLZIN, M.A.; MACHADO, V.C.; LEAL, R.A.; BEXIGA, G.M.S.; SILVA, A.F. da; OLIVEIRA, D.A.G.; FLORIANI, D.C.; WESTARB, E. de F.F. do A.; BÚSSOLO Jr., G.; PEIXOTO, J.R.V.; OLIVEIRA, J.S. de; FARACO, K.R., SILVEIRA, M.C.; DAMASIO, M.; FREITAS, M.P.; FARION, S.R.L., OLIVEIRA, U.R. de & DIEBE, V.C. 2015a. **Mapa geológico da planície costeira das folhas Rincão (SH-22-Z-B-II-2), Araranguá (SG-22-B-II-1) e Turvo (SG-22- X-D-V-4), Santa Catarina, Brasil**. In: HORN FILHO, N. O. (Org.); HORN FILHO, N.O. & FELIX, A. (Eds.). Atlas geológico da planície costeira do estado de Santa Catarina em base ao estudo dos depósitos quaternários. Série mapas IBGE – Mapa nº10. Escala 1:100.000. Florianópolis: UFSC/CFH (Departamento de Geociências e Programa de Pós-graduação em Geografia), CNPq. (no prelo).


 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 40/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

HORN FILHO, N.O.; JOAQUIM, J.M.B.; BEXIGA, G.M.S.; MACHADO, V.C.; LEAL, R.A.; SILVA, A.F. da; COVELLO, C.; LOURENÇO, L.L.; NASCIMENTO, L.V. dos R.P.; DAMASIO, M. & DIEBE, V. C. 2015b. **Mapa geológico da planície costeira das folhas Vila Nova (SH-22-Z-BII-2) e Laguna (SG 22-B-II-1), Santa Catarina, Brasil.** In: HORN FILHO, N.O. (Org.); HORN FILHO, N.O. & FELIX, A. (Eds.). Atlas geológico da planície costeira do estado de Santa Catarina em base ao estudo dos depósitos quaternários. Série mapas IBGE – Mapa nº8. Escala 1:100.000. Florianópolis: UFSC/CFH (Departamento de Geociências e Programa de Pós-graduação em Geografia), CNPq. (no prelo).

HORN FILHO, N.O.; LEAL, P.C.; DAMASIO, M.; LEAL, R.A.; MACHADO, V.C.; BEXIGA, G.M.S.; SILVA, A.F. da; COVELLO, C.; PUHL, P.R.; OLIVEIRA, J.S. de; OLINGER, J.O.; OLIVEIRA, M.S.C. de; NUNES, M.G.; NÓBREGA, M.R. & PEREIRA, M.A. 2015c. **Mapa geológico da planície costeira das folhas Paulo Lopes (SH-22-Z-B-II-2) e Imbituba (SG-22-B-II- 1), Santa Catarina, Brasil.** In: HORN FILHO, N.O. (Org.); HORN FILHO, N.O. & FELIX, A. (Eds.). Atlas geológico da planície costeira do estado de Santa Catarina em base ao estudo dos depósitos quaternários. Série mapas IBGE – Mapa nº7. Escala 1:100.000. Florianópolis: UFSC/CFH (Departamento de Geociências e Programa de Pós-graduação em Geografia), CNPq. (no prelo).

HORN FILHO, N.O.; PUHL, P.R.; BEXIGA, G.M.S.; LIVI, N.S.; LEAL, R.A.; MACHADO, V.C.; ANDRADE, B.; HEIDRICH, C.; COVELLO, C.; LOURENÇO, L.L.; MACHADO, M.A. & DIEBE, V.C. 2015d. **Mapa geológico da planície costeira da folha Camboriú (SG-22-Z-D-II-2), Santa Catarina, Brasil.** In: HORN FILHO, N.O. (Org.); HORN FILHO, N.O. & FELIX, A. (Eds.). Atlas geológico da planície costeira do estado de Santa Catarina em base ao estudo dos depósitos quaternários. Série mapas IBGE – Mapa nº4. Escala 1:100.000. Florianópolis: UFSC/CFH (Departamento de Geociências e Programa de Pós-graduação em Geografia), CNPq. (no prelo).

HORN FILHO, N.O.; VIEIRA, C.V.; BEXIGA, G.M.S.; LEAL, R.A.; MACHADO, V.C.; FORTES, E.; HOERHAN, E. de L. e S.; DIEHL, F.L.; NASCIMENTO, J.A.S. do N. & ABREU, J.J. 2015e. **Mapa geológico da planície costeira das folhas Araquari (SH-22-R-I-4) e Joinville (SG-22-Z-B-II-3), Santa Catarina, Brasil.** In: HORN FILHO, N.O. (Org.); HORN FILHO, N.O. & FELIX, A. (Eds.). Atlas geológico da planície costeira do

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 41/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

estado de Santa Catarina em base ao estudo dos depósitos quaternários. Série mapas IBGE – Mapa nº2. Escala 1:100.000. Florianópolis: UFSC/CFH (Departamento de Geociências e Programa de Pós-graduação em Geografia), CNPq. (no prelo).

JOAQUIM, J.M.B.; HORN FILHO, N.O.; COVELLO, C.; LOURENÇO, L.L.; DIEBE, V.C.; DAMASIO, M.; SILVA, A.F. da. & NASCIMENTO, L.V.R.P. 2009. **Relatório de trabalho de campo referente à geologia da planície costeira das folhas Tubarão (IBGE, 1970), Laguna (IBGE, 1980) e Vila Nova (IBGE, 1976), setores Centro-sul e Sudeste do estado de Santa Catarina, Brasil.** Revista Expressões Geográficas, 5: 41-58.

KAUL, P. F. T.; CORDANI, U.G. 2000. **Geochemistry of the serra do Mar granitoid magmatism and tectonic implications, Southern Brazil.** Revista Brasileira de Geociências, 30(1):115-119.


MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M.; AZEVEDO, A. E. G. 1988. **Mapa geológico do Quaternário costeiro dos estados do Paraná e Santa Catarina.** Brasília: DNPM, Série Geologia, n. 28, seção geologia básica, n. 18.

OLIVEIRA, D. D. (Coord.). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Joinville – SC: Diagnóstico do Meio Físico, Biótico, Econômico e Social.** Joinville: Prefeitura Municipal de Joinville, 2010. 164 p.

PREFEITURA DE JOINVILLE. **Edital da licitação de concorrência Nº278/2015.** Joinville. 2015. 48p.

PREFEITURA DE JOINVILLE. **Termo de referência para elaboração de estudos e projetos, memoriais, especificações técnicas de serviços, orçamento e cronograma para implantação de obra de arte especial e readequação do sistema viário do entorno da ponte Joinville.** Joinville; 2015. 40p.

PUHL, P.R.; HORN FILHO, N.O.; ANDRADE, B.; HEIDRICH, C.; COVELLO, C.; BEXIGA, G.M.S.; LOURENÇO, L.L.; MACHADO, M.A.; LIVI, N.S. & DIEBE, V.C. 2010. **Relatório de campo referente ao mapeamento geológico da planície costeira das folhas Biguaçu (SG-22-ZD-II-4), Camboriú (SG-22-Z-D-II-2), Canasvieiras (SG-22-ZD-**

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-R-R4/16-10-IV	REV. CLIENTE 4	FOLHA: 42/42
	Nº PLANAVE: RL-F01-K00-0001	REV. PLANAVE D	

III-3), Florianópolis (SG-22-ZDV-2) e Lagoa (SG-22-ZD-VI-1), Santa Catarina, Brasil.

Revista Discente Expressões Geográficas, 6: 221-243.

AZIMUTE, 2014. **REL-14813-04-01-1 - Processo de Licenciamento Ambiental (LAP) – Ponte Joinville.** Contrato N° 381/2013.

SIGA JÚNIOR, O.; BASEI, M. A. S.; MACHIAVELLI, A. 1993. **Evolução geotectônica da porção NE de Santa Catarina e SE do Paraná, com base em interpretações geocronológicas.** Revista Brasileira de Geociências, 23(3):215-223.

VIEIRA, C.V. 2008. **Geologia costeira e evolução paleogeográfica do setor oriental da folha Garuva, nordeste de Santa Catarina, Brasil.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.