

# CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA

## INFRAESTRUTURA



**PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE**  
**PROJETOS EXECUTIVOS PARA RECUPERAÇÃO DE ENCOSTAS**  
Relatório Técnico 03 / Etapa III / Projeto Executivo  
Volume VI - Caderno de Levantamentos e Investigações de Campo e Laboratório  
Março de 2012

REL-08911-04-06-A

# PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

## PROJETOS EXECUTIVOS PARA RECUPERAÇÃO DE ENCOSTAS

### RELATÓRIO TÉCNICO - 03

#### ETAPA III - PROJETO EXECUTIVO

#### VOLUME VI - CADERNO DE LEVANTAMENTOS E INVESTIGAÇÕES DE CAMPO E LABORATÓRIO

- Elaboração: AZIMUTE Consultoria e Projetos de Engenharia
- Contrato: 230/2011
- Carta Convite: SDP nº 064/2011

Joinville, SC - Março / 2012

A	MAR / 2012	L.K.	Emissão inicial	H.C.S.	A.C.R.
REV.	DATA	ELAB.	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO

## SUMÁRIO

1.0 - APRESENTAÇÃO .....	6
2.0 - RECONHECIMENTO DE CAMPO DAS ÁREAS DE PROJETO.....	8
2.1 - Rua dos Bandeirantes - Bairro Glória .....	9
2.2 - Rua Souza Lobo - Bairro Costa e Silva .....	11
2.3 - Rua Arthur Mendes - Bairro Costa e Silva .....	15
2.4 - Servidão Afonso Eduardo Hoepner - Bairro Petrópolis.....	18
2.5 - XV de Novembro - Fundos da CONURB - Bairro América .....	22
3.0 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS .....	27
3.1 - Topografia .....	28
3.2 - Geodésia.....	31
3.3 - Sistema de Projeção UTM .....	33
3.4 - Execução dos Levantamentos .....	34
3.5 - Desenvolvimento dos Serviços .....	35
3.6 - Equipe Técnica .....	37
3.7 - Apresentação dos Trabalhos Desenvolvidos.....	37
4.0 - ESTUDOS GEOLÓGICOS .....	43
4.1 - Introdução .....	44
4.1.1 - Tipos de Rochas.....	44
4.1.2 - Escala Geológica.....	44
4.2 - Minerais e Rochas .....	45
4.3 - Formação do Solo.....	45
4.4 - Coleta e Análise de Dados.....	46
4.4.1 - Clima .....	46
4.4.2 - Pluviometria.....	48
4.4.3 - Relevo .....	49
4.4.4 - Hidrografia .....	50
4.4.5 - Vegetação .....	51
4.5 - Mapeamento Geológico .....	53
4.6 - Pedologia .....	54
4.7 - Conclusões .....	58
5.0 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS.....	59
5.1 - Metodologia.....	60

5.2 - Sondagens SPT .....	60
5.3 - Apresentação dos Trabalhos .....	60
5.3.1 - Sondagens - Rua Souza Lobo - Bairro Costa e Silva .....	60
5.3.2 - Sondagens - Rua dos Bandeirantes - Bairro Glória .....	65
5.3.3 - Sondagens - Rua Arthur Mendes - Bairro Costa e Silva .....	67
5.3.4 - Sondagens - Servidão Afonso Eduardo Hoepner - Bairro Petrópolis.....	70
5.3.5 - Sondagens - Rua XV de Novembro - Fundos da CONURB - Bairro América .....	73
6.0 - MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO .....	87
6.1 - Investigações Geotécnicas .....	88
6.1.1 - Resultados - Rua dos Bandeirantes - Bairro Glória .....	88
6.1.2 - Resultados - Rua Souza Lobo - Bairro Costa e Silva.....	89
6.1.3 - Resultados - Rua Arthur Mendes - Bairro Costa e Silva .....	90
6.1.4 - Resultados - Servidão Afonso Eduardo Hoepner - Bairro Petrópolis.....	91
6.1.5 - Resultados - XV de Novembro - Fundos da CONURB - Bairro América .....	92
6.2 - Definição do Modelo Geológico-Geotécnico Representativo.....	94
6.2.1 - Modelo - Rua dos Bandeirantes - Bairro Glória.....	94
6.2.2 - Modelo - Rua Souza Lobo - Bairro Costa e Silva.....	97
6.2.3 - Modelo - Rua Arthur Mendes - Bairro Costa e Silva .....	100
6.2.4 - Modelo - Servidão Afonso Eduardo Hoepner - Bairro Petrópolis .....	102
6.2.5 - Modelo - XV de Novembro - Fundos da CONURB - Bairro América .....	105
7.0 - ANÁLISE DE ESTABILIDADE DOS TALUDES .....	109
7.1 - Rua dos Bandeirantes - Bairro Glória .....	110
7.1.1 - Concepção .....	113
7.2 - Rua Souza Lobo - Bairro Costa e Silva .....	115
7.2.1 - Concepção .....	118
7.3 - Rua Arthur Mendes - Bairro Costa e Silva .....	120
7.3.1 - Concepção .....	121
7.4 - Servidão Afonso Eduardo Hoepner - Bairro Petrópolis.....	122
7.4.1 - Concepção .....	125
7.5 - Rua XV de Novembro - Fundos da CONURB - Bairro América .....	129
7.5.1 - Concepção .....	132
8.0 - ANEXOS.....	136
8.1 - Anexo 1 - Memória de Cálculo do Muro de Gabiões - Rua Souza Lobo .....	137
8.2 - Anexo 2 - Memória de Cálculo do Muro de Gabiões - Rua Arthur Mendes.....	143
8.3 - Anexo 3 - Memória de Cálculo do Muro de Gabiões - Rua XV de Novembro .....	149

## **1.0 - APRESENTAÇÃO**

## 1.0 - APRESENTAÇÃO

A empresa Azimute Consultoria e Projetos de Engenharia entrega nesta oportunidade o presente Relatório Técnico 03 dos **Projetos Executivos para Recuperação de Encostas** para 5 (cinco) áreas do município de Joinville/SC, no âmbito do Projeto "Viva Cidade", em conformidade com o estabelecido no **contrato 230/11**.

O presente relatório é referente à etapa III do projeto em questão, que abrange o item **Projeto Executivo**.

Apresenta a descrição de todas as atividades desenvolvidas nesta etapa para a realização dos projetos executivos de recuperação das encostas nos terrenos de propriedade da Prefeitura Municipal de Joinville, localizados nas ruas:

- Quinze de Novembro (CONURB);
- Servidão Afonso B. Hoepner;
- dos Bandeirantes;
- Souza Lobo;
- Arthur Mendes.

O relatório do projeto possui os seguintes volumes:

- Volume I - Memorial Descritivo;
- Volume II - Caderno de Desenhos e Projetos;
- Volume III - Caderno de Especificações Técnicas Construtivas;
- Volume IV - Critérios de Medição e Formas de Pagamento;
- Volume V - Lista de Quantidades de Materiais e Serviços;
- Volume VI - Caderno de Levantamentos e Investigações de Campo e Laboratório.

O presente Volume VI apresenta o relatório de reconhecimento de campo das áreas, estudos topográficos, estudos geológicos, estudos geotécnicos, modelo geológico-geotécnico e análise de estabilidade dos taludes.

AZIMUTE Consultoria e Projetos de Engenharia

Março de 2012

## **2.0 - RECONHECIMENTO DE CAMPO DAS ÁREAS DE PROJETO**



## **2.5 - XV de Novembro - Fundos da CONURB - Bairro América**

A área em estudo encontra-se aos fundos de área da Prefeitura de Joinville, em local onde funcionou a cervejaria da Antártica. Em 2008, ocorreram no local dois escorregamentos, sendo um considerado principal e outro, de menor porte, como secundário.

A massa deslocada no escorregamento principal atingiu os fundos de um dos prédios existentes, danificando sua estrutura, inclusive o telhado, devido à queda de árvores (Fotos 2.20 e 2.21). As rupturas (principal e secundária) não foram tratadas desde que ocorreram, sendo que a área encontra-se com vegetação alta, o que dificultou o acesso e visualização dos processos.

A extensão da área afetada no escorregamento principal é de aproximadamente 40m. O escorregamento na cicatriz atingiu cerca de 10m de altura. A extensão da área afetada no escorregamento secundário é de aproximadamente 30m. O escorregamento na cicatriz atingiu cerca de 6m de altura.

Os processos em ambas as rupturas podem ser classificados como escorregamentos tipo rotacional de elevada velocidade. As cicatrizes não puderam ser vistoriadas devido à dificuldade de acesso e presença de vegetação.

O escorregamento principal, de grande porte, envolveu uma ruptura do muro de pedras existente, comprometendo parcialmente esta estrutura.

Observou-se na área da encosta a presença de erosões superficiais (Foto 2.22), indicando que a concentração de fluxo superficial pode ter sido um dos agentes que conduziu para a saturação e ruptura do maciço. Estas erosões, em progresso, contribuem para redução da segurança da encosta, requerendo intervenções de curto prazo no local, ao menos para desvio de fluxo na crista do escorregamento.

O escorregamento secundário ocorreu em parte atrás de um dos prédios conforme indicado nas Fotos 2.23 e 2.24. Neste local, não houve ruptura do muro de pedras existente.

Não foram observadas surgências, entretanto, observa-se que ocorre fluxo superficial sobre o muro de pedras existentes. As manchas indicadas na Foto 2.25 evidenciam que ocorre fluxo superficial proveniente da encosta. Este fluxo causa erosões na encosta, satura o maciço no tardo e pode condicionar novas rupturas no local.

O muro de pedras existente, para qual não existe memória do projeto, não possui drenos sistemáticos e não se pode afirmar sobre a drenagem de tardo desta estrutura.

A estrutura, exceto na zona da ruptura principal, não apresenta indícios de deformações ou trincas que possam indicar instabilidade. A estrutura parece ser um muro de gravidade de pedras, entretanto, suas dimensões não puderam ser verificadas in loco. A Foto 2.26 apresenta o trecho à direita da ruptura principal, a qual não sofreu nenhuma instabilidade.



Foto 2.20 - Vista do escorregamento principal.



Foto 2.21 - Vista do escorregamento principal - Impacto na edificação.





Foto 2.22 - Detalhe de erosões e concentração de fluxo na encosta.



Foto 2.23 - Vista do escorregamento secundário (À esquerda).





Foto 2.24 - Vista do escorregamento secundário - Recuperação da vegetação.



Foto 2.25 - Detalhe de fluxo superficial sobre o muro existente.



Foto 2.26 - Vista geral do muro - Trecho sem rupturas - Lado direito.

## **3.0 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**



### 3.0 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Por meio do estudo topográfico foi obtida como produto final, a modelagem digital das áreas, de forma a permitir a correspondente definição da geometria das encostas e fornecer todos os elementos topográficos inerentes à elaboração dos estudos e projetos, tais como: posicionamento de edificações, existência de dispositivos de drenagem, taludes de corte e aterro, indicação do trecho onde houve a erosão, demarcação das trincas, enfim, tudo aquilo que interfere diretamente na concepção adotada pelo projetista na elaboração do projeto.

#### 3.1 - Topografia

Topografia é a ciência que estuda todos os acidentes geográficos definindo a situação e a localização deles em qualquer posição. Tem a importância de determinar analiticamente as medidas de área e perímetro, localização, orientação, variações no relevo e ainda representá-las graficamente em cartas (ou plantas) topográficas.

A topografia atua em áreas relativamente pequenas da superfície da Terra, de modo que sejam representadas particularidades da área, como construções, rios, vegetação, rodovias e ferrovias, relevos, limites entre terrenos e propriedades e outros detalhes de interesse, em duas dimensões sobre os eixos Norte (Y) e Este (X), e argumentados por meio da altimetria (Z).

Sabemos que a superfície terrestre é constituída de curvatura e deformações, sendo o desafio cartográfico a representação desta num plano cartesiano. Isso é impossível de se fazer sem que ocorram distorções. E quanto maior a área representada, mais significativas são essas deformações. Como a topografia trata de áreas pequenas, o limite de atuação dela, o campo topográfico, é aquele em que seja possível desprezar o erro causado pela curvatura da Terra sem que haja prejuízo de precisão do levantamento topográfico. Esse campo depende da escala do trabalho, pois o erro de medida é limitado ao erro de reprodução e de acuidade visual.

A Topografia divide-se, basicamente, nas seguintes partes:

- Topometria, que trata da medição de distâncias e ângulos de modo que permita reproduzir as feições do terreno o mais fielmente possível, dentro das exigências da função a que se destina o levantamento topográfico produzido com essas informações. Ela subdivide-se, ainda, em planimetria e altimetria. Na primeira, são medidos os ângulos e distâncias no plano horizontal, como se a área estudada fosse vista do alto. Na segunda, são medidos os ângulos e distâncias verticais, ou seja, as diferenças de nível e os ângulos zenitais. Nesse caso, os levantamentos elaborados são representados sobre um plano vertical, como um corte do terreno;

- Topologia, como subdivisão da topografia, é a parte que trata da interpretação dos dados colhidos através da topometria. Essa interpretação visa facilitar a execução do levantamento e do desenho topográfico, através de leis naturais do relevo terrestre que, quando conhecidas, permitem certo controle sobre possíveis erros, além de um número menor de pontos de apoio sobre o terreno;
- Taqueometria, a divisão que trata do levantamento de pontos de um terreno, in loco, de forma a se obter rapidamente plantas com curvas de nível, que permitem representar no plano horizontal as diferenças de níveis. Essas plantas são conhecidas como planialtimétricas;

A topografia é concebida através do trabalho em campo por intermédio das leituras e registros dos instrumentos ópticos e/ou digitais existentes no mercado de trabalho. A metodologia teórica, as normas técnicas e a legislação vigente se interagem com o dinâmico surgimento de novas tecnologias para que a representação da superfície seja cada vez mais clara, gerando um leque de informações aplicáveis na qualidade de vida e progresso de todos.

Os equipamentos utilizados para este estudo topográfico foram os seguintes:

a) Estação Total ou Taqueômetro:

Instrumento eletrônico utilizado na medida de ângulos e distâncias. A evolução dos instrumentos de medida de ângulos e distâncias trouxe como consequência o surgimento deste novo instrumento, que pode ser explicado como a junção do teodolito eletrônico digital com o distanciômetro eletrônico, montados num só bloco.

A estação total é capaz de armazenar os dados recolhidos e executar alguns cálculos mesmo em campo. Com uma estação total é possível determinar ângulos e distâncias do instrumento até pontos a serem examinados. Com o auxílio de trigonometria, os ângulos e distâncias podem ser usados para calcular as coordenadas das posições atuais (X, Y e Z) dos pontos examinados, ou a posição do instrumento com relação a pontos conhecidos, em termos absolutos.

A informação pode ser enviada para um computador e um software aplicativo irá gerar um mapa da área estudada.





Figura 3.1 - Ilustração de uma estação total

b) Prisma refletor:

A maioria dos instrumentos das estações totais mede ângulos através da varredura eletro-ótica de extrema precisão de códigos de barra digitais atados em cilindros ou discos de vidro rotativos dentro do instrumento. As estações totais de melhor qualidade são capazes de medir ângulos abaixo de 0,5". A típica estação total EDM pode medir distâncias com precisão de cerca de 0,1 milímetros, mas a maioria das aplicações requer precisão de 1,0 milímetro. Essas estações totais usam um prisma de vidro como refletor para o sinal EDM, e pode medir distâncias de até quilômetros, mas alguns instrumentos não possuem refletores e podem medir distâncias de objetos que estão distintos por cor, limitando-se a poucas centenas de metros.



Figura 3.2 - Ilustração de um prisma refletor

c) Nível Digital:

O nível digital oferece aplicativos no instrumento de medição rápida de desnível e distância entre pontos de interesse da seção de nivelamento. Possui dispositivo de memória interna e saída para a interface com computadores, possibilitando o tratamento dos dados nos softwares adequados aos cálculos e demais aplicações. O equipamento calcula a diferença de cota e nível reduzido no

instrumento instantaneamente, minimizando erros humanos e erros de leituras. Funciona sob a luz de iluminação pública, em lugares fechados e em túneis.

Possui precisão de 2,0 mm/km duplo de nivelamento e memória para 1000 pontos, utilizando-se de miras verticais com código de barras e/ou dispositivo de leitura analógica convencional.



Figura 3.3 - Ilustração de um nível digital

### 3.2 - Geodésia

O termo geodésia pode significar tanto “divisões (geográficas) da terra” como também o ato de “dividir a terra” (por exemplo, entre proprietários). A geodésia é, ao mesmo tempo, um ramo da Geociência e uma Engenharia, que trata do levantamento e da representação da forma e da superfície da terra (definição clássica de *Helmert*), global e parcial, com as suas feições naturais e artificiais e o campo gravitacional da Terra.

A geodésia fornece as suas teorias e seus resultados de medição e cálculo, a referência geométrica para as demais geociências como também para a geoinformática, os Sistemas de Informações Territoriais, os cadastros, o planejamento, as engenharias de construção, a navegação aérea, marítima e rodoviária, entre outros e, inclusive, para aplicações militares e programas espaciais.

A maior parte das medições geodésicas aplica-se na superfície terrestre, onde, para fins de determinações planimétricas, são marcados pontos de uma “rede de triangulação”. Com os métodos exatos da geodésia matemática, projetam-se estes pontos numa superfície geométrica, que matematicamente deve ser bem definida. Para este fim costuma-se definir um elipsóide de rotação ou elipsóide de referência. Existe uma série de elipsóides que antes foram definidos para as necessidades de apenas um país, depois para os continentes, hoje para o globo inteiro, em primeiro lugar definidos em projetos geodésicos internacionais e a aplicação dos métodos da geodésia de satélites.

Na geodésia geométrica ou matemática formulam-se os métodos e as técnicas para a construção e o cálculo das coordenadas de redes de pontos de referência para o levantamento de

um país ou de uma região. Estas redes podem ser referenciadas para novas redes de ordem inferior e para medições topográficas e cadastrais. Para os cálculos planimétricos modernos usam-se três diferentes sistemas de coordenadas, os quais foram definidos como “projeções conformes” da rede geográfica de coordenadas: a projeção estereográfica, para áreas de pequena extensão, a projeção de Lambert, para países com grandes extensões na direção oeste-leste e a projeção transversal de Gauss (por exemplo, a UTM), para áreas com maiores extensões meridionais.

Segundo a resolução da IUGG (Roma, 1954) cada país pode definir seu próprio sistema de referência altimétrica. Estes sistemas também são chamados “sistemas altimétricos de uso” e para determiná-lo precisa-se de mais informações sobre a variação das massas no interior da Terra. As altitudes ortométricas são exatamente definidas, embora o seu valor numérico determina-se apenas aproximadamente. Para essa aproximação usa-se também a média das acelerações de gravidade.

A Geodésia recebeu novos impulsos através do envolvimento com a computação, que facilitou o ajustamento de redes continentais de triangulação, e dos satélites artificiais para a medição de redes globais de triangulação e para melhorar o conhecimento sobre o geoide.

A Geodésia se consolidou com o surgimento dos Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS), termo genérico para referir os sistemas de navegação por satélite. Neste momento existem dois sistemas a operar, o GPS (norte-americano) e o GLONASS (russo). Encontram-se ainda outros dois em desenvolvimento, o Galileo (europeu) e o Compass (chinês).

O sistema de posicionamento global, popularmente conhecido por GPS, é um sistema de navegação por satélite que fornece a um aparelho receptor móvel e/ou uma antena a posição do mesmo, assim como informação horária, sob quaisquer condições atmosféricas, a qualquer momento e em qualquer lugar na Terra, desde que o receptor se encontre no campo de visão de quatro satélites GPS.

O sistema foi declarado totalmente operacional apenas em 1995 e seu desenvolvimento custou 10 bilhões de dólares. Consiste numa "constelação" de 28 satélites, sendo 4 sobressalentes em 6 planos orbitais. Cada satélite GPS circunda a Terra duas vezes por dia a uma altitude de 20.200 quilômetros (12.600 milhas) e a uma velocidade de 11.265 km/h (7.000 milhas por hora). Os satélites possuem a bordo relógios atômicos e constantemente difundem o tempo preciso de acordo com o seu próprio relógio, junto com informação adicional como os elementos orbitais de movimento, tal como determinado por um conjunto de estações de observação terrestres.

O receptor não necessita ter um relógio de tão grande precisão, mas sim de um suficientemente estável. O receptor capta os sinais de quatro satélites para determinar as suas próprias coordenadas e o tempo. Então, o receptor calcula a distância a cada um dos quatro satélites pelo intervalo de tempo entre o instante local e o instante em que os sinais foram enviados. Decodificando as localizações dos satélites a partir dos sinais de micro-ondas (tipo de onda

eletromagnética) e de uma base de dados interna, e sabendo a velocidade de propagação do sinal, o receptor pode situar-se na interseção de quatro calotes, uma para cada satélite.

No cenário militar, o GPS é também usado para o direcionamento de diversos tipos de armamentos de precisão, como as bombas JDAM (*Joint Direct Attack Munition*) e os famosos mísseis Tomahawk. Estas bombas inteligentes são guiadas a seus alvos por um sistema inercial em conjunto com um GPS. Este tipo de sistema de guiamento pode ser usado em qualquer condição climática e garante um alto índice de acertos.

Além de sua aplicação óbvia na aviação geral e comercial e na navegação marítima, qualquer pessoa que queira saber a sua posição, encontrar o seu caminho para determinado local, conhecer a velocidade e direção do seu deslocamento pode se beneficiar com o sistema. Atualmente o sistema está sendo muito difundido em automóveis com sistema de navegação de mapas, que possibilita uma visão geral da área que se está percorrendo.

O equipamento geodésico utilizado para projetos de engenharia apresenta-se como um novo mecanismo de medição muito preciso, algoritmos de posicionamento cinemático em tempo real rápidos com checagem automática e uma interface com o usuário abrangente e autoexplicativa.

### **3.3 - Sistema de Projeção UTM**

Para representar as feições de uma superfície curva em uma superfície plana são necessárias formulações matemáticas chamadas de projeções. Diferentes projeções poderão ser utilizadas na elaboração de mapas. Dentre elas as projeções derivadas da Transversa de Mercator (TM). No Brasil a projeção mais utilizada é a Universal Transversa de Mercator (UTM).

A propriedade que mais se observa nos vários sistemas de projeção utilizados na prática, sendo esta pertencente ao grupo das mais utilizadas nas aplicações cartográficas, é a conformidade, que corresponde à manutenção da forma de áreas.

O sistema de Projeção UTM utiliza como superfície de projeção um cilindro transversal e secante à superfície de referência, conforme Figura 3.4, sendo seu eixo ortogonal ao eixo de rotação da Terra. Para representar toda a superfície terrestre são utilizados 60 fusos de 6° de amplitude em longitude.

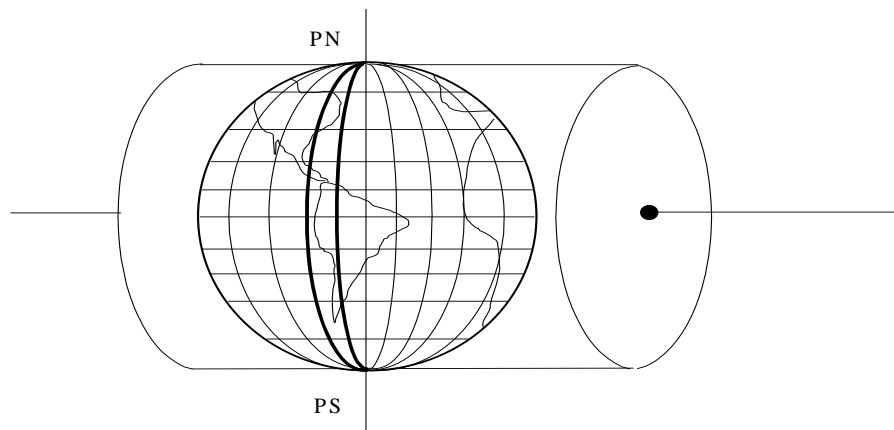


Figura 3.4 - Cilindro secante à superfície do modelo geométrico adotado para a superfície terrestre.

Cada fuso recebe um número que vai de 1 a 60 de acordo com a Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo, sendo contados a partir do Anti-Meridiano de Greenwich, ou seja, o primeiro fuso UTM situa-se entre os meridianos  $180^{\circ}$  e  $174^{\circ}$  W. Cada um destes fusos possui um meridiano central, que se localiza a  $3^{\circ}$  dos bordos dos mesmos.

### 3.4 - Execução dos Levantamentos

O Levantamento Topográfico Planialtimétrico tem por finalidade a representação plana de uma superfície curva através da projeção ortogonal de tal superfície. Essa representação está evidenciada na Figura 3.5.

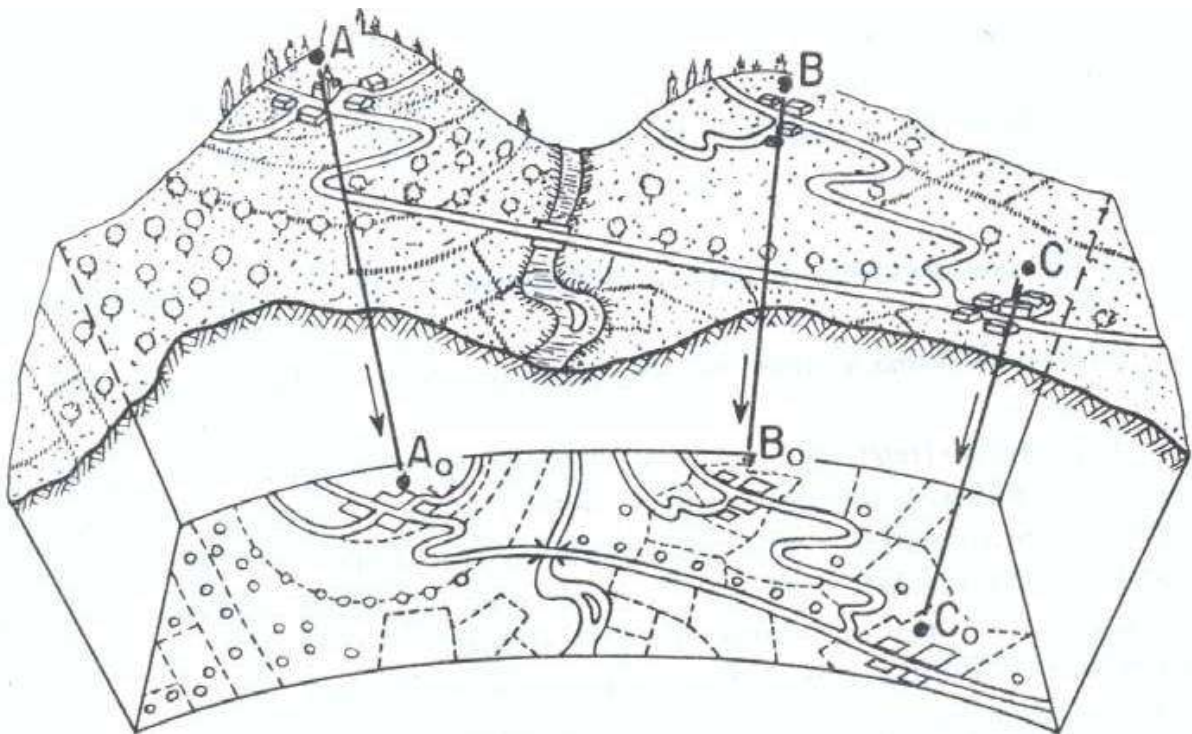


Figura 3.5 - Representação da superfície topográfica



Os Levantamentos Topográficos Planialtimétricos estão Georreferenciados no SGB (Sistema Geodésico Brasileiro), sistema de projeção UTM, DATUM SIRGAS-2000, Meridiano Central 51° W e a fixação se faz através de pontos de referência do tipo marco topográfico (MT). Esses marcos topográficos são da rede altimétrica da Prefeitura Municipal de Joinville ou com coordenadas amarradas a um Marco Geodésico do IBGE.

### 3.5 - Desenvolvimento dos Serviços

A execução dos Levantamentos Topográficos Planialtimétricos tem como parâmetro principal as suas finalidades, que consistem no desenvolvimento de projetos de contenção de encostas.

Para a execução dos estudos topográficos, são descritos os seguintes passos:

- **Reconhecimento da Área:** Consiste na identificação das características físicas do local, tais como: confrontações, pontos notáveis dos trechos (edificações, redes de energia elétrica, traçado da via, etc.). Nesta primeira abordagem é elaborado um planejamento quanto ao caminhamento da poligonal a ser implantada (posicionamento dos vértices de referência) e o posicionamento de possíveis poligonais auxiliares. O posicionamento dos vértices da poligonal é realizado em pontos escolhidos estrategicamente, de maneira a permitir a identificação por parte dos profissionais de campo;
- **Instalação do Instrumento:** A instalação do instrumento é realizada de maneira a obter o estabelecimento de um plano horizontal de referência, o posicionamento exato do instrumento sobre o vértice da poligonal e a distância deste vértice até o plano de referência;
- **Implantação da Poligonal:** Formada pela materialização de seus vértices no terreno através da cravação de piquetes de madeira, quando o tipo de superfície permite, ou pregos em casos de calçada, pisos ou superfícies pavimentadas. Quando utilizado piquete de madeira, crava-se um pequeno prego no centro para a identificação exata do ponto de vértice da poligonal. São cravadas estacas testemunho próximas a cada vértice e nela é escrita a denominação dada ao ponto, esta denominação pode ser escrita em outros elementos físicos próximos ao vértice, tais como árvores, pedras, etc. Dessa maneira obtém-se a caracterização da poligonal principal do levantamento e os vértices de primeira ordem;
- **Depois de definido o vértice da poligonal,** procede-se a instalação do instrumento de medição, a orientação do aparelho em um vértice anterior ao vértice instalado, e na sequência, efetua-se a leitura de vante no próximo vértice a ser ocupado. As leituras

são do tipo conjugadas (PD e PI). As leituras de ré e vante têm por objetivo estabelecer o posicionamento dos pontos de ré e vante em relação ao vértice de instalação do instrumento de medição;

- Quando a dimensão do levantamento e até mesmo a configuração do traçado da faixa não é favorável, o profissional de campo utiliza mais de uma poligonal para a execução do trabalho. Trata-se de poligonais auxiliares, que possibilitam a abrangência de toda a área para elaboração da planta topográfica. O uso de poligonais auxiliares caracteriza os chamados vértices topográficos de segunda ordem. As poligonais auxiliares implantadas para a execução do levantamento apresentam, sempre que possível, seus extremos amarrados a pontos da poligonal principal, ou seja, aos vértices de primeira ordem;
- Denominação do Ponto de Instalação do Instrumento: Depois de atendidas todas as condições de instalação do instrumento, o profissional de campo procede com a denominação do ponto onde está localizado o instrumento. Essa definição é fornecida ao instrumento e caracterizada no local através do testemunho do vértice;
- Orientação do Instrumento (Ré): Com a instalação do instrumento e a denominação do vértice, é necessário fornecer a Leitura de Orientação (Ré) no vértice anterior ao caminhamento da poligonal nas duas posições da luneta;
- Leitura de Vante: Com a Leitura de Orientação (Ré) realizada, efetua-se a Leitura de Vante no próximo vértice do caminhamento da poligonal nas duas posições da luneta;
- Amarração dos Pontos de Interesse (irradiações): O levantamento topográfico planialtimétrico tem por objetivo o reconhecimento das características físicas do local. Para tanto o profissional de campo deve enfatizar todos os elementos presentes no local, tais como posicionamento de edificações, existência de dispositivos de drenagem, taludes de corte e aterro, indicação do trecho onde houve a erosão, demarcação das trincas, entre outros;
- Elaboração do Croqui: Durante o processo de coleta de dados em campo, o profissional elabora um croqui com as características físicas do local. Esse croqui apresenta traços que definem o local onde está sendo executado o levantamento, bem como todas as anotações relativas a pontos notáveis para a elaboração da planta topográfica. É importante salientar a necessidade da elaboração de um bom desenho, pois somente assim, o profissional que atua no escritório tem condições de elaborar um desenho topográfico de qualidade;

- Fechamento da Poligonal: O fechamento da poligonal é feito de acordo com os critérios estabelecidos na NBR 13133 - Execução de Levantamento Topográfico.

### **3.6 - Equipe Técnica**

Os estudos realizados foram coordenados por engenheiros, técnicos em topografia, desenhistas, técnicos em Autocad e auxiliares de campo, todos com larga experiência profissional.

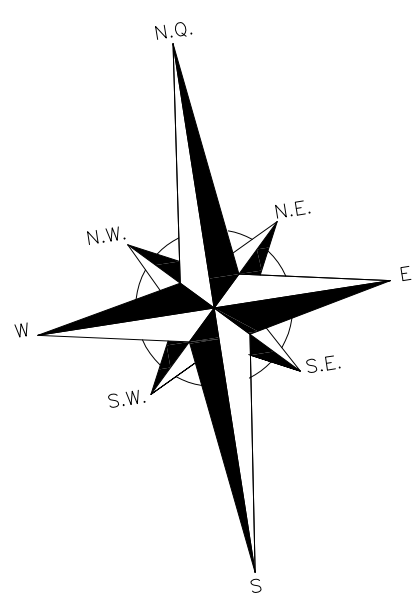
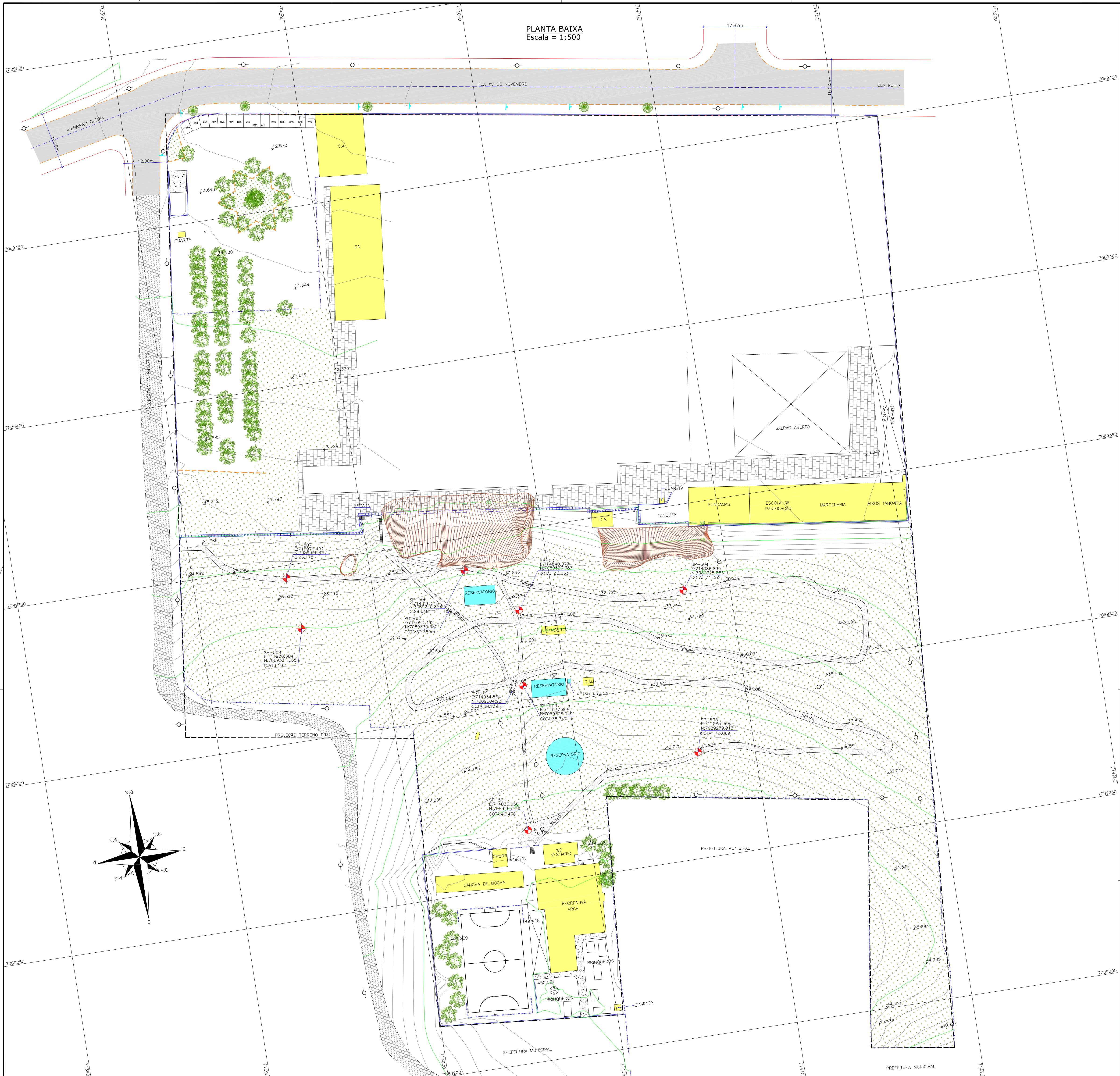
### **3.7 - Apresentação dos Trabalhos Desenvolvidos**

A seguir são apresentados os levantamentos topográficos dos pontos de deslizamentos descritos neste relatório, localizados nas ruas:

- Quinze de Novembro (CONURB);
- Servidão Afonso B. Hoepner;
- dos Bandeirantes;
- Souza Lobo;
- Arthur Mendes.



PLANTA BAIXA  
Escala = 1:500

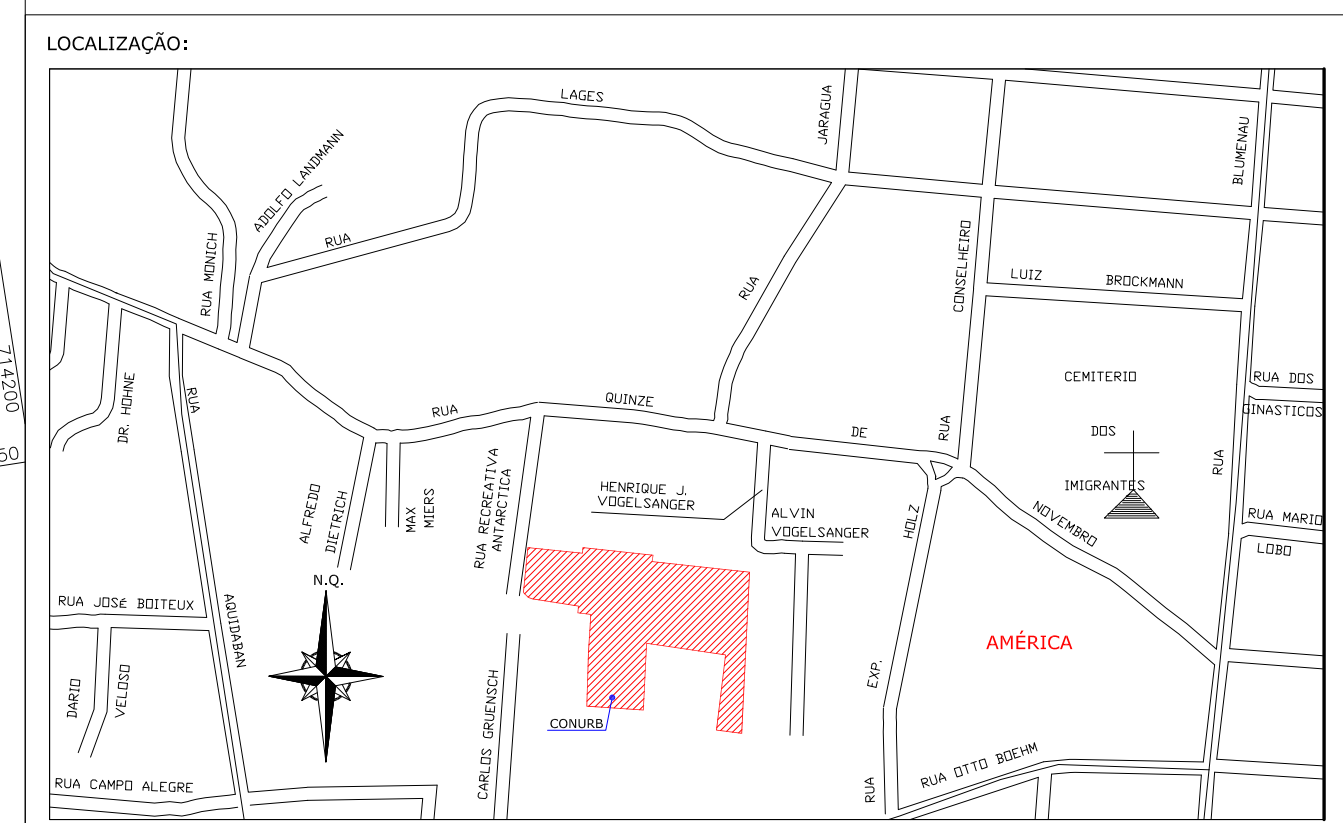


LEGENDA:

- MURTO DE ALVENARIA
- MURTO DE CONCRETO
- RUA EXISTENTE
- MEIO FIO EXISTENTE
- ALINHAMENTO PREDIAL
- EIXO DE RUA
- CERCA ARAME
- PROJEÇÃO TERRENO DA P.M.U.
- EDIFICAÇÃO
- FURTO DE SONDAGEM
- POSTE DE CONCRETO
- CAIXA DE INSPEÇÃO EXISTENTE
- CAIXA D'ÁGUA EXISTENTE/RESERVATÓRIO
- PLACA DE SINALIZAÇÃO EXISTENTE
- ÁRVORE EXISTENTE
- ASFALTO EXISTENTE
- MATA
- LADRA SEXTADA
- PARALLELEPÍEDO
- CALÇAÇA
- TALUDE EXISTENTE
- CURVAS DE NÍVEL - EXISTENTES
- PONTOS DE NÍVEL
- POT-PIQUETE

REVISÃO	DATA	ELABORAÇÃO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	COORDENAÇÃO
A	DEZ/2011	LUAN DE BEM		JOÃO	VANDER

NOTAS:  
01 - Levantamento georreferenciado no sistema de projeção UTM, DATUM SIRGAS2000, meridiano central 51°W.  
02 - Utilizado como referência altimétrica o MR-80 que está implantado ao lado do portão principal do Cemitério dos Imigrantes, localizado na Rua XV de Novembro à 50 metros da semáforo da cruzamento da Rua XV de Novembro com a Rua Blumenau, com altitude de 16,077m, que por sua vez tem a cota transportada do RN-15-N ( IBGE ) localizado na Biblioteca Pública Municipal de Joinville.  
03 - Este desenho contém informações específicas para a finalidade a que se propõe e não deve ser utilizado para outros fins sem consultar o Responsável Técnico.



APROVAÇÕES:

ELABORAÇÃO:

**AZIMUTE**

CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA

www.azimute.eng.br (47) 3473-6777

CONTRATANTE:

MUNICÍPIO DE JOINVILLE

PROJETO:

**PROJETO EXECUTIVO PARA RECUPERAÇÃO DE ENCOSTAS**

**RUA XV DE NOVEMBRO**

LOCAL / TRECHO: RUA XV DE NOVEMBRO - BAIRRO AMÉRICA

CER: 89.201-60 - MUNICÍPIO DE JOINVILLE / SC

CONTEÚDO:

**LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO**

**PLANTA BAIXA**

CODIFICAÇÃO: **LPA-08911-05-01-A**

EXTENSÃO/ÁREA:

RESPONSÁVEL TÉCNICO (AZMUTE):

ENG. ANTÔNIO CARLOS RAMUSKI

CREA SC: 026.930-7

DATA:

08/12/2011

ESCALA:

1/500

PRANCHAS:

**01/01**

Todos os direitos reservados para os dados de engenharia, projeto, obra, obra ou projeto, sendo autorizada a reprodução de dados.



## **4.0 - ESTUDOS GEOLÓGICOS**

## 4.0 - ESTUDOS GEOLÓGICOS

### 4.1 - Introdução

O Estudo Geológico faz parte da ciência que estuda a estrutura, a composição, as propriedades físicas e os processos dinâmicos da Terra.

Para melhor entender o mecanismo da evolução geológica de Santa Catarina torna-se necessário estudar a escala geológica do tempo e os tipos de rochas.

#### 4.1.1 - Tipos de Rochas

a) Rochas magmáticas: aquelas que resultam da solidificação do magma. Quando a solidificação ocorre dentro da crosta terrestre, surgem rochas magmáticas intrusivas, como por exemplo, o granito. Ao contrário, quando a solidificação da lava se faz sobre a superfície da terra, surgem as rochas magmáticas extrusivas, como exemplo, o basalto.

b) Rochas metamórficas: resultam da transformação de outras rochas no interior da crosta terrestre, em consequência de mudanças de temperatura e pressão. Exemplos: gnaisses e mármore.

c) Rochas sedimentares: são as resultantes da deposição de materiais oriundos da erosão, de restos de seres vivos e da precipitação química de sais. Exemplos: arenito, carvão, calcário.

#### 4.1.2 - Escala Geológica

a) Era pré-cambriana: As rochas mais antigas do Estado encontram-se próximas ao litoral, chegando, sobretudo no trecho médio, a alcançar a linha da costa. Constituem os embasamentos cristalinos, que fazem parte da plataforma brasileira. Plataformas são amplas áreas estáveis da crosta terrestre que apresentam grande rigidez e foram solidificadas no Pré-Cambriano. Geralmente são formadas por rochas magmáticas intrusivas ou cristalinas. Toda a área pré-cambriana catarinense esteve, há mais de 200 milhões de anos, unida à África, Austrália, Índia e Antártida, formando um continente muito vasto conhecido como Gondwana.

b) Era pré-paleozóica: A oeste do Gondwana formou-se, lentamente, a partir do paleozóico, uma imensa depressão que aos poucos foi sendo preenchida por sedimentos. O pacote sedimentar assim constituído atualmente denominou-se Bacia do Paraná. Nesta bacia, a oeste das rochas pré-cambrianas do Gondwana, afloram rochas sedimentares representadas, principalmente, por folhelhos e arenitos. No final dessa era geológica, teve início a ruptura do continente de Gondwana.

c) Era Mesozóica: Na Era Mesozóica a plataforma brasileira foi seriamente afetada e o sudoeste brasileiro, do qual fazem parte as regiões Central e Oeste de Santa Catarina, foi palco de intenso vulcanismo e fissura. Os derrames cobriram praticamente toda a região com sucessivos

lençóis de lavas. Como consequência desse tipo de atividade vulcânica, a região sofreu um soerguimento para oeste. Por isso, é exatamente a Leste da região de lavas basálticas, que se encontra a maior altitude do Estado, que, no entanto, não ultrapassa 2.000 metros.

d) Era Cenozóica: A ruptura do continente de Gondwana, aliada à movimentação mais recente e à variação do nível do mar, é responsável pelas reentrâncias e saliências do litoral de Santa Catarina. Em virtude da ação conjunta desses fatores, o litoral apresenta numerosas formas, como: ilhas, enseada, cabos, costões, etc. Porém, boa parte desse litoral encontra-se retificado principalmente na região sul do Estado, por sedimentos quaternários. Formaram-se terraços, planícies, campos de dunas, cordões de areia litorânea, que isolam pequenas lagoas do oceano, como por exemplo: as lagoas de Garopaba, Mirim, Santo Antônio, etc.

## **4.2 - Minerais e Rochas**

Minerais são elementos ou compostos químicos com composição definida dentro de certos limites, cristalizados e formados naturalmente por meio de processos geológicos inorgânicos.

Rochas são produtos consolidados resultantes da união natural de minerais. Diferente dos sedimentos, como a areia de praia (um conjunto de minerais soltos), as rochas têm os seus cristais ou grãos constituintes muito bem unidos. Dependendo do processo de formação, a força de ligação dos grãos constituintes varia, resultando em rochas duras e rochas brandas.

O minério é um termo utilizado apenas quando o mineral ou a rocha apresenta uma importância econômica. Os minerais e rochas representam bens de grande importância ao conforto e bem-estar da humanidade. Encontram-se utilizações das mais diversas formas, nas áreas da metalurgia, da construção civil, da indústria de fertilizantes, etc.

## **4.3 - Formação do Solo**

Todo o nosso planeta acha-se recoberto por um manto de material cuja profundidade varia de poucos centímetros a dezenas de metros. Esse material denominado de “regolito” sobrepõe-se à rocha matriz. À medida que se vai aprofundando da superfície do solo em direção à rocha matriz, nota-se um decréscimo cada vez maior em matéria orgânica e microrganismos.

Vários são os fatores que agem sobre a parte superior do regolito transformando-o em solo. Os agentes naturais (climas, topografia, tempo e organismos) são responsáveis pelas profundas modificações operadas no regolito, tornando-o capaz de oferecer condições propícias ao desenvolvimento das plantas.

À medida que o solo vai sendo arrastado pelas forças da erosão, novas porções do regolito são expostas à ação da atmosfera e de outros agentes de desintegração. Inicia-se assim novo ciclo

de formação do solo. O regolito, por sua vez, origina-se da intemperização da rocha matriz ou pelo transporte e deposição de material pelos agentes de erosão, principalmente água, gelo e vento. A intemperização dessa rocha, auxiliada pela ação dos microorganismos e das plantas que começam a crescer na área, constroem paulatinamente o solo.

O solo pode ser definido com a parte superior da crosta terrestre, desenvolvido pela ação do tempo (idade), clima, topografia e organismos sobre o material original.

#### 4.4 - Coleta e Análise de Dados

O Município de Joinville está localizado ao nordeste do estado de Santa Catarina, fazendo divisa com os municípios de Jaraguá do Sul (ao oeste), São Francisco do Sul (ao leste), Campo Alegre e Garuva (ao norte) e Araquari, Guaramirim e Schroeder (ao sul).

Está situado no planalto norte, possui aproximadamente 1.147,00 km<sup>2</sup> de área, é a maior cidade catarinense em população (515.288 habitantes - IBGE, 2010) e está numa altitude média de 5m acima do nível do mar, mas com a presença de vários morros.

##### 4.4.1 - Clima

Pelo sistema de classificação climática de Köppen, que preconiza a utilização de médias e índices numéricos dos elementos de temperatura e precipitação, o clima da região de Joinville faz parte do grupo C (mesotérmico) do tipo f (úmido), conforme figuras 4.1 e 4.2.



Figura 4.1 - Classificação climática do Brasil

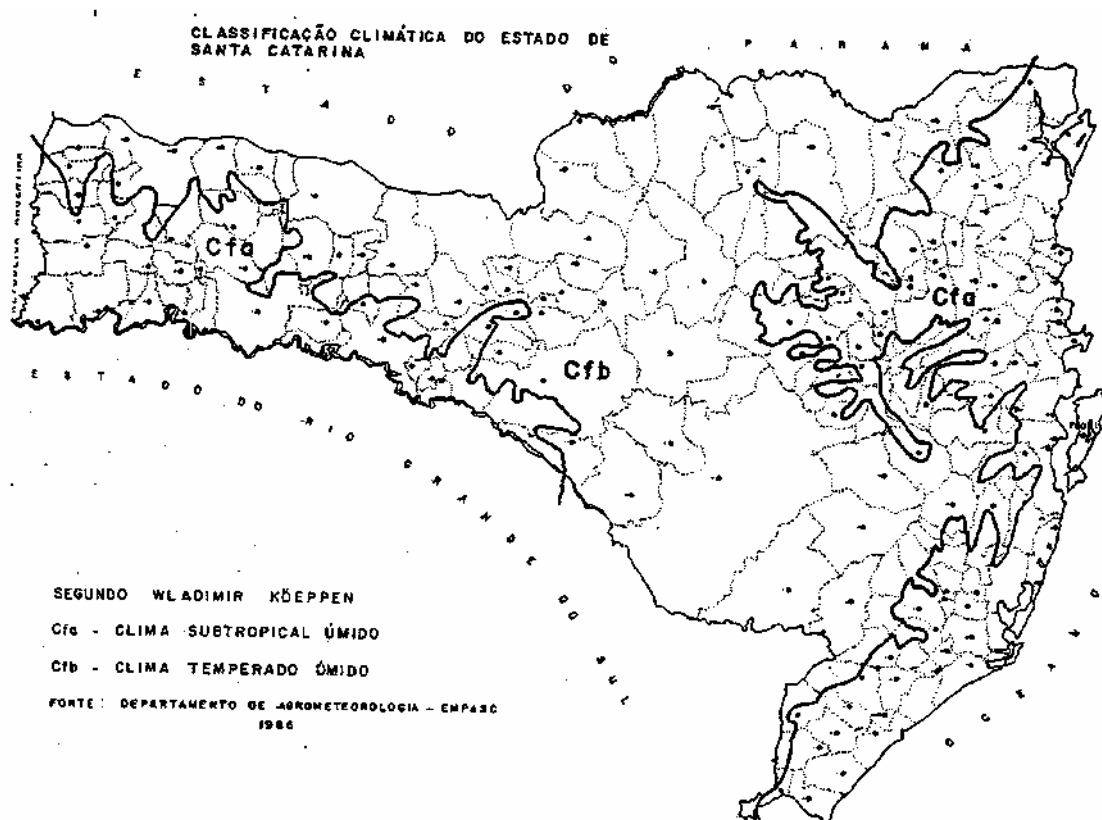


Figura 4.2 - Classificação climática do estado de Santa Catarina

Dentro da classificação “Cf” é possível distinguir, ainda, dois subtipos:

- Subtipo A - de verão quente: característico de zona litorânea onde as temperaturas médias dos meses mais quentes estão acima de 22° C;
- Subtipo B - de verão fresco: característico de zonas mais elevadas.

Conforme a classificação climática do Brasil e Santa Catarina, o local do projeto fica localizado na área “Cfa”. Sendo:

- “C” caracteriza-se por clima Úmido Mesotérmico, com latitudes médias;
- “f” chuvas bem distribuídas durante o ano;
- “a” verão quente.

Portanto, na região do município de Joinville o clima é mesotérmico úmido com temperatura média anual de 22°C, temperatura mínima de 10°C no inverno e máxima de 40°C no verão. A Figura 4.3 ilustra as temperaturas médias anuais em Santa Catarina.

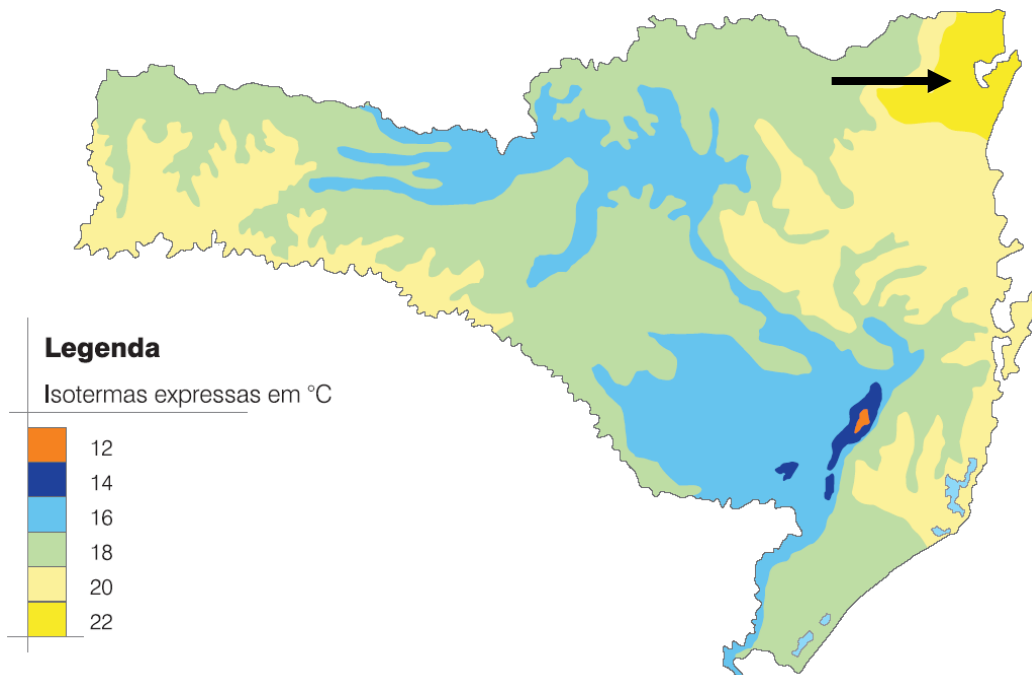


Figura 4.3 - Temperaturas médias anuais em Santa Catarina  
 Fonte: Atlas de Santa Catarina, 2008

#### 4.4.2 - Pluviometria

Em Joinville a pluviometria é influenciada pela orografia da Serra do Mar. A precipitação média anual para a cidade de Joinville, nos últimos 12 anos é de 2.255,1mm. A figura 4.4 ilustra a precipitação total anual em Santa Catarina.

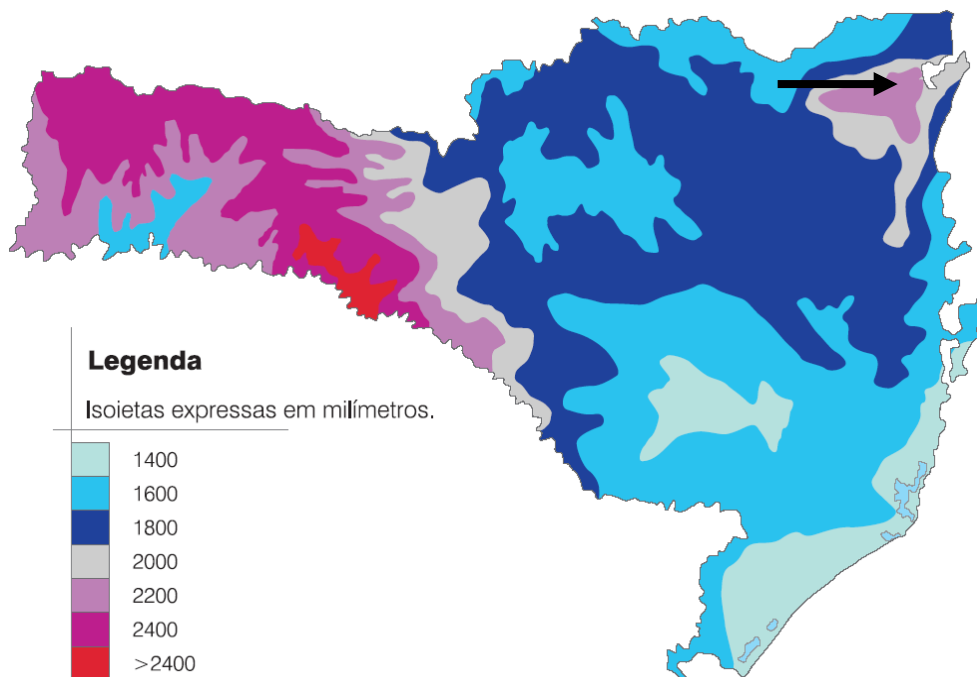


Figura 4.4 - Precipitação total anual em Santa Catarina  
 Fonte: Atlas de Santa Catarina, 2008







A associação dos fatores clima e vegetação define a predominância dos processos químicos de intemperismo, que resulta em solos de matriz silto-argilosa bastante instáveis e sujeitos à erosão.

#### 4.4.4 - Hidrografia

A região de Joinville apresenta um grande potencial em recursos hídricos, proporcionado pela combinação das chuvas intensas com a densa cobertura florestal remanescente. A Hidrografia local é fortemente influenciada por aspectos estruturais e geomorfológicos. A rede de drenagem natural da região apresenta formato dentrítico, com leitos encachoeirados e encaixados em vales profundos, com vertentes curtas nos cursos superior e médio. Nas planícies de inundação apresenta baixa declividade e grande sinuosidade natural.

A hidrografia do estado de Santa Catarina é representada por dois sistemas independentes de drenagem: o sistema integrado da vertente do interior (Bacia do Prata) comandado pelas bacias dos rios Paraná e Uruguai e o sistema da vertente do Atlântico formado por um conjunto de bacias isoladas. A Serra Geral e a do Mar são os grandes divisores das águas que drenam para os rios Uruguai e Iguaçu (vertente do interior) e das que se dirigem para o litoral catarinense, no oceano Atlântico. A Figura 4.6 ilustra a rede Hidrográfica da Santa Catarina.

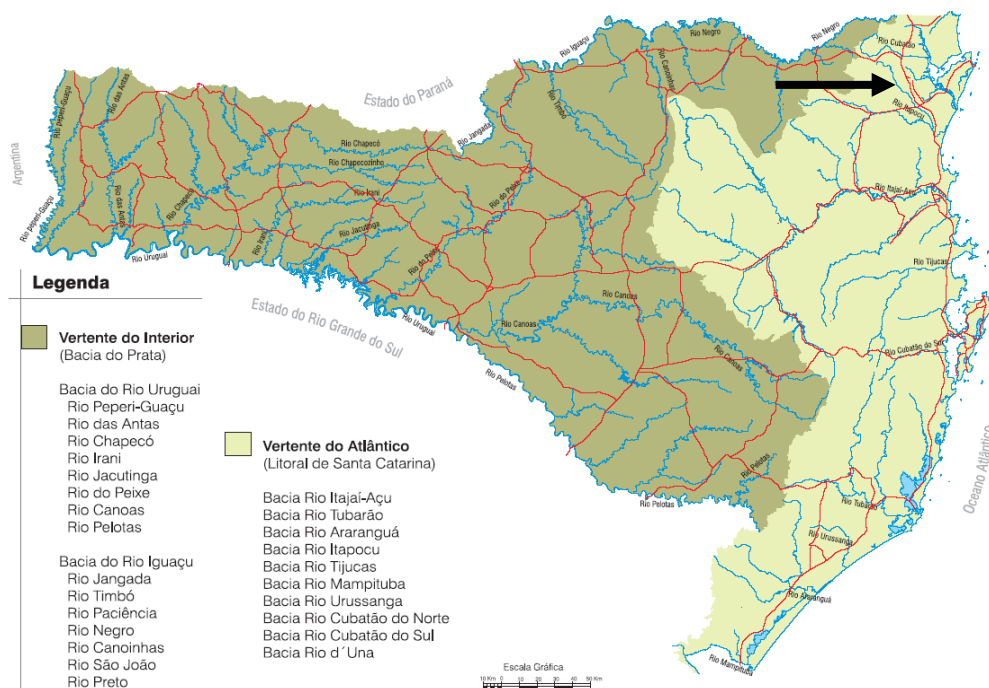


Figura 4.6 - Rede hidrográfica de Santa Catarina  
 Fonte: Atlas de Santa Catarina, 2008

O município está inserido na região hidrográfica RH-06 do estado de Santa Catarina, denominada Baixada Norte Catarinense, onde os principais cursos d'água são o Itapocú e o Cubatão.

O ordenamento hidrográfico do município é constituído por sete unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos: Bacia Hidrográfica do Rio Palmital, Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão, Bacia Hidrográfica do Rio Pirai, Bacia Hidrográfica do Rio Itapocuzinho, Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, Bacias Hidrográficas Independentes da Vertente Leste e Bacias Hidrográficas Independentes da Vertente Sul. A figura 4.7 mostra as Bacias Hidrográficas de Joinville.

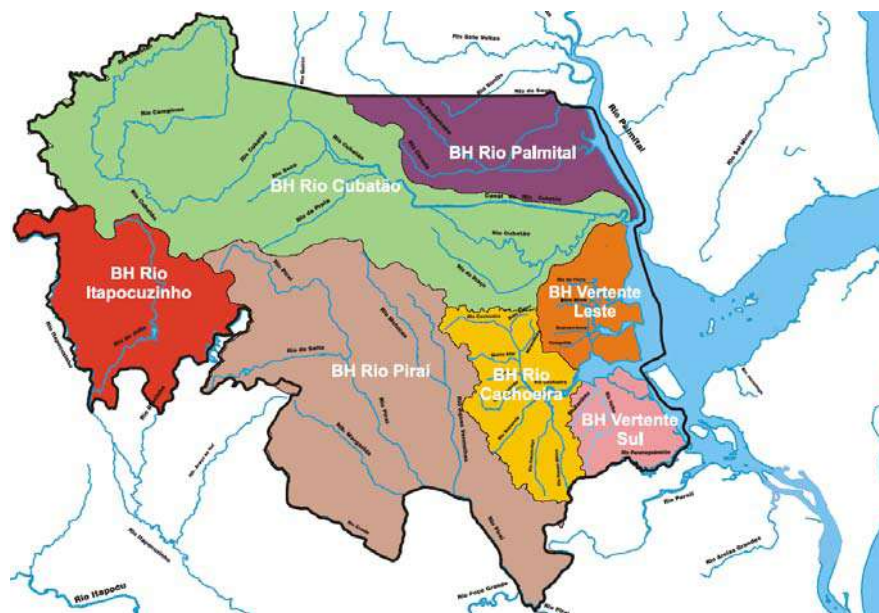


Figura 4.7 - Bacias Hidrográficas de Joinville  
Fonte: IPPUJ, 2009.

#### 4.4.5 - Vegetação

A região apresenta alguns patrimônios ambientais, cujos ecossistemas expressam uma forte característica tropical, consequência da ação combinada de diversos processos genéticos que atuam sobre elementos estruturais, tais como o embasamento geológico, o clima, a cobertura vegetal e a hidrografia. Dentre os ecossistemas que ocorrem na região destacam-se a Mata Atlântica e os Manguezais, conforme pode ser visualizado na figura 4.8, abaixo.



Figura 4.8 - Vegetação de Santa Catarina  
 Fonte: Atlas de Santa Catarina, 2008

Nos primórdios da colonização da região, a extração seletiva da madeira de qualidade foi intensa e as florestas foram derrubadas para dar lugar a áreas de cultivo e pastagens, principalmente na planície costeira e posteriormente no planalto. Por questões de relevo muito íngreme, a cobertura florestal das encostas da serra ainda está preservada. A biodiversidade, no complexo da Floresta Ombrófila Densa, chega a alcançar mais de 600 espécies vegetais, o que favorece a distribuição espacial vertical e horizontal das diversas populações de animais, cada uma delas podendo explorar a floresta de acordo com seus hábitos e adaptações.

A Floresta Ombrófila Densa assume características diferenciadas conforme a altitude, o clima e tipo de solo da região, este tipo de vegetação cobria originalmente quase toda a extensão do município, mas atualmente está restrita aos morros, montanhas e serras, e em alguns remanescentes de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, em altitudes de até 30 metros.

Esta floresta caracteriza-se pela grande variedade de espécies da fauna e flora, formando vegetações densas e exuberantes, podendo atingir altura superior a 30 metros. As copas das árvores (dossel) maiores ficam próximas, formando um ambiente mais úmido e com pouca luminosidade, favorecendo a reprodução e vivência da fauna e flora. Nas camadas intermediárias, aparece o palmito juçara, espécie muito comum, sendo uma característica marcante desse ecossistema, juntamente com o grande número de plantas epífitas, como as bromélias e orquídeas.

## 4.5 - Mapeamento Geológico

Geologia é a ciência que estuda a Terra desde a sua origem até os dias atuais, procurando compreender as sucessivas transformações pelas quais o planeta passou. Estuda também os materiais que o constituem, ou seja, as rochas e os minerais.

De acordo com o Mapa Geológico Simplificado de Santa Catarina, ilustrado na figura 4.9, a cidade de Joinville em SC está localizada em região catalogada como Cobertura Sedimentar Quaternária (sedimentos arenosos, argilosos e outros) e Embasamento Cristalino de Rochas Metamórficas (Granulitos).

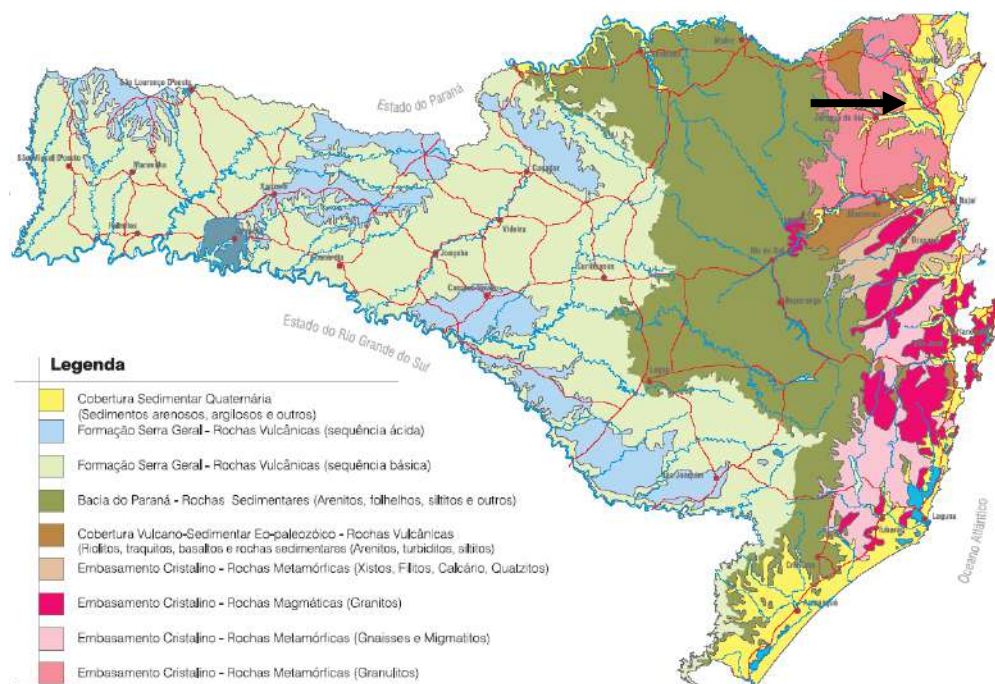


Figura 4.9 - Mapa Geológico Simplificado de Santa Catarina.  
 Fonte: Atlas de Santa Catarina, 2008.

A figura 4.10 ilustra o mapa geológico das 05 (cinco) áreas em estudo. Conforme ilustrado, as áreas específicas do projeto estão inseridas numa região urbanizada, não sendo possível então, classificar exatamente a sua origem geológica. Porém, podemos observar a existência da formação geológica “Ala” nas proximidades dos terrenos, o que torna provável que a região seja correspondente a este tipo de formação geológica.

- “Ala” se refere a - Gnaisses Granulíticos Ortoderivados, de composição cálcio-alcálica predominantemente básica, com porções restritas de formações ferríferas e paragneisses indiferenciados.



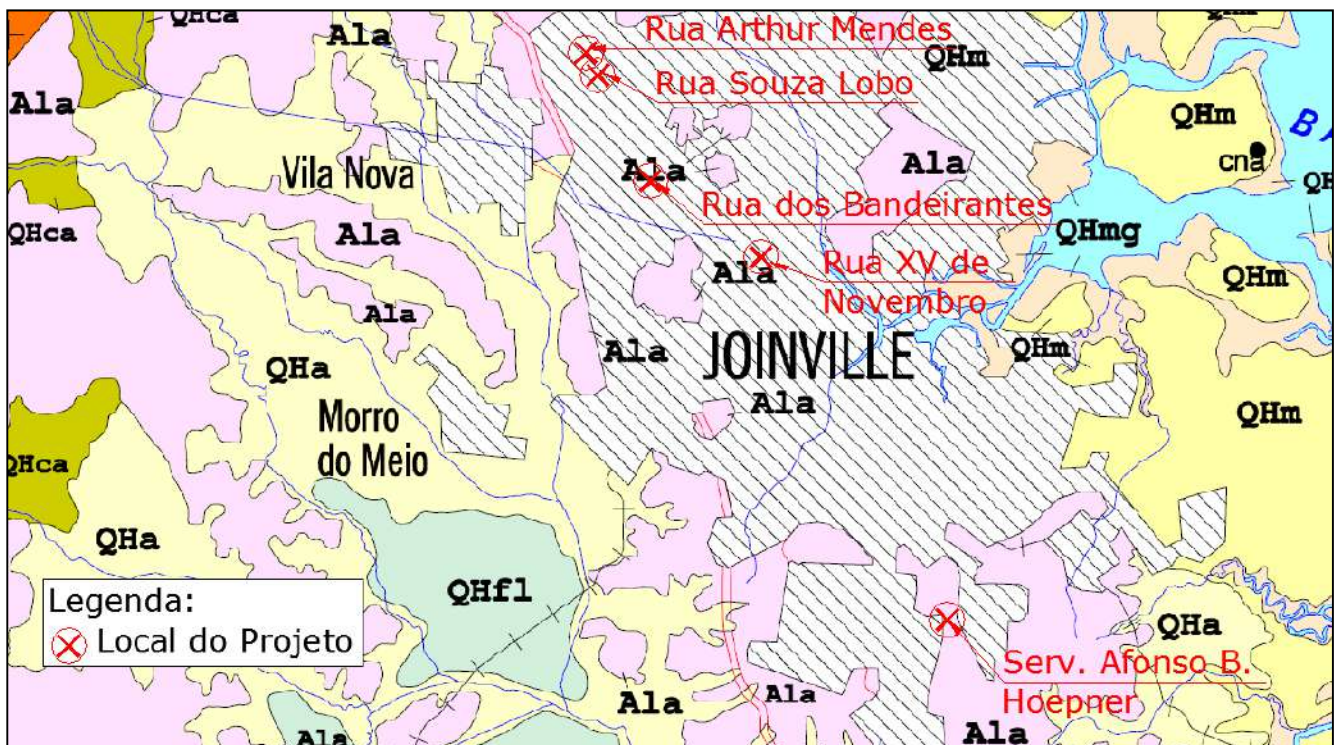


Figura 4.10 - Mapeamento Geológico da Área de Estudo.

Fonte: IBGE.

#### 4.6 - Pedologia

Pedologia consiste no estudo do Solo (Pedo = solo) e é considerada uma ciência. Solo é a camada superficial da crosta terrestre, formada por material mineral oriundo de fragmentação e alteração das rochas. O solo não é o mesmo em todas as regiões, pois apresenta características morfológicas que o tornam diferente de lugar para lugar.

De acordo com o Mapa de Solos de Santa Catarina, ilustrado na figura 4.11, a cidade de Joinville está localizada em regiões com solos predominantes dos tipos: Argissolos, Neossolos Litólicos, Neossolos Flúvicos, Cambissolos, Gleissolos, Organossolos e Mangue.

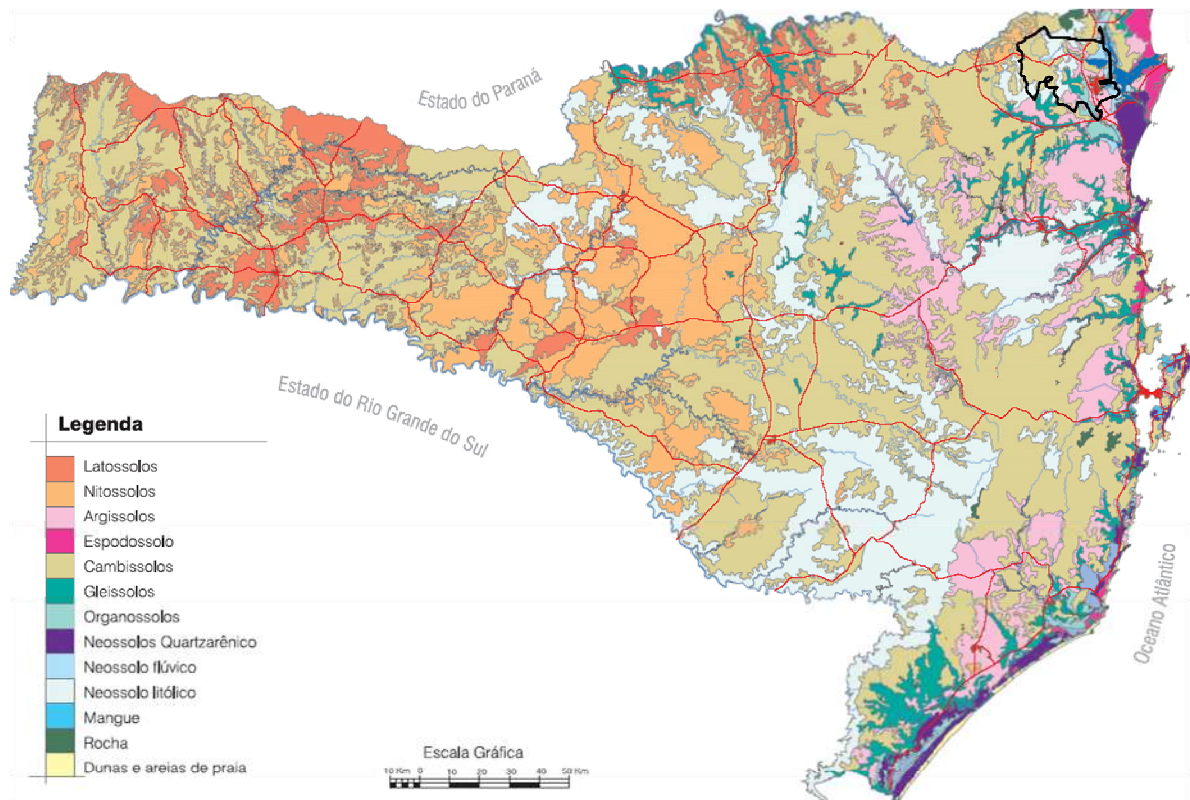


Figura 4.11 - Mapa dos Solos de Santa Catarina.  
 Fonte: Atlas Conhecendo Santa Catarina, 2008

**Argissolos:** Caracterizados por apresentar migração de argila do horizonte A para o B, o que gera diferença de textura entre esses horizontes, sendo o A um pouco mais arenoso e o B mais argiloso. Sua profundidade é de aproximadamente 1,50m. São solos característicos de terrenos mais ondulados, e por isso costumam ocorrer nas encostas de colinas, montanhas e morros. Sua fragilidade à erosão é grande quando não protegidos por cobertura vegetal, uma vez que a chuva penetra bem no horizonte A, mas acaba por acumular-se no horizonte B.

Esses solos se desenvolvem sobre as rochas cristalinas (granitos, gnaisses, etc.) que ocorrem no leste do estado, principalmente sobre o compartimento de relevo das Serras do Leste Catarinense, mas também aparecem em algumas encostas da Serra do Mar e do Planalto de São Bento.

**Neossolos Litólicos:** Estes solos se caracterizam pela reduzida profundidade (0,14 a 0,40m de espessura) e ausência de horizonte B, tendo o horizonte A diretamente sobre o C ou sobre a rocha. Em função disso, podem apresentar textura que vai de arenosa a cascalhenta, e até pedregosa. Em alguns lugares, o horizonte A pode ser húmico, ou seja, rico em matéria orgânica.

Neossolos Flúvicos: Ocorrem nas planícies junto aos rios e são desenvolvidos sobre sedimentos recentes depositados por inundação. Apresentam horizonte A diretamente formado sobre as camadas de sedimentos fluviais, não apresentando horizonte B. Estes solos estão sujeitos a inundações ocasionais. Em Santa Catarina ocorrem nas planícies dos rios Iguaçu e Cubatão do Norte.

Cambissolos: Estes solos se caracterizam por apresentar solos pouco profundos (entre 0,50 a 1,50m) em que o horizonte B é pouco desenvolvido, com apenas cerca de 10cm de espessura. Os horizontes A e C são mais expressivos. A textura desses solos pode ser cascalhenta, pois pedaços do material de origem ainda pouco alterado podem estar ao longo de todo o perfil. O termo húmico se refere à quantidade de matéria orgânica presente no horizonte A, daí a sua cor negra. Tais solos podem apresentar cor bruna (marrom) e sua fertilidade vai depender do tipo de rocha da qual se originaram.

Os Cambissolos que ocorrem em Santa Catarina são originários de diferentes tipos de rochas, como rochas sedimentares, granitos, gnaisses ou basaltos. Na realidade, eles são encontrados onde algum dos fatores de formação de solo é mais adverso, como nas áreas de relevos fortemente ondulados.

Gleissolos: São solos cujo horizonte A contém muita matéria orgânica, seguido em profundidade por um horizonte chamado glei, de cores acinzentadas ou esverdeadas, ou azuladas, por causa do excesso de água, pois é um solo encharcado. A textura é geralmente argilosa, mas pode conter alguma quantidade de areia. Apresentam boa fertilidade, porém para o uso agrícola necessitam de drenagem. Ocorrem nos relevos suaves das planícies de rios.

Organossolos: São solos alagados e com muita matéria orgânica, por isso são muito escuros. Dependendo do estado de decomposição da matéria orgânica podem apresentar aspecto fibroso. Em Santa Catarina ocorrem no compartimento da Planície Costeira, em ambientes que parecem indicar a existência de antigas lagoas que foram preenchidas por sedimentos, mas que mantêm um solo alagado, onde os restos de vegetação em volta são depositados, mas não se decompõem totalmente devido ao excesso de água.

Mangues: São solos que contêm muita matéria orgânica, solo encharcado onde se acumula enxofre e sais, pois é alagado pela água do mar quando a maré enche, já que se localizam nas áreas baixas do litoral, como junto à desembocadura de rios, nas margens de lagoas e na linha de costa de enseadas e baías.



De acordo com o Mapa Pedológico da região norte de Santa Catarina, ilustrado na figura 4.12, nota-se que, assim como no estudo geológico, não é possível classificar exatamente o tipo de solo da área, devido ao fato dela estar inserida numa região urbanizada. Seguindo o mesmo critério do estudo geológico, observamos o entorno e notamos a existência dos solos dos tipos “PA<sub>d1</sub>”, “PA<sub>d2</sub>” e “CX<sub>bd13</sub>”, sendo então provável que o solo da área estudada tenha essas características.

“PA<sub>d1</sub>” - Argissolo Amarelo, textura muito argilosa e argilosa, horizonte A moderado + Argissolo Vermelho-Amarelo, textura muito argilosa e argilosa, relevo ondulado.

“PA<sub>d2</sub>” - Argissolo Amarelo, textura muito argilosa e argilosa, horizonte A moderado + Argissolo Vermelho-Amarelo, textura média-argilosa e argilosa/muito argilosa + Cambissolo Háptico, textura muito argilosa e argilosa, horizonte A moderado, relevo fortemente ondulado e ondulado.

“CX<sub>bd13</sub>” - Cambissolo Háptico, textura argilosa e muito argilosa, horizonte A moderado + Neossolo Litólico, textura argilosa e média, horizonte A moderado, relevo montanhoso e forte ondulado.

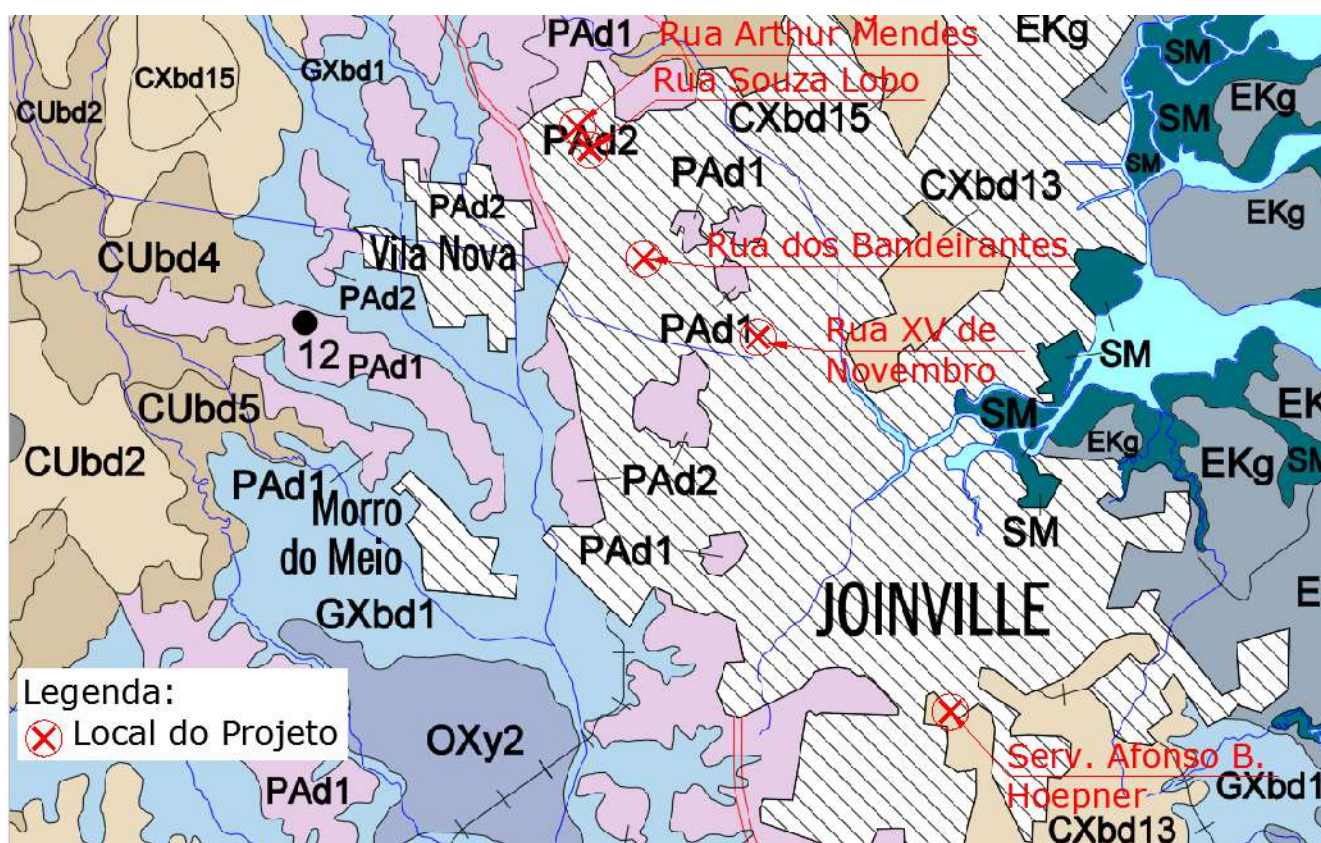


Figura 4.12 - Mapa Pedológico da área em estudo na região de Joinville em SC  
 Fonte: IBGE.



---

#### **4.7 - Conclusões**

A região em estudo fica localizada na Planície Costeira (sedimentação costeira), tem altitude média entre 0 e 20m, faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, a temperatura média é de aproximadamente 22° C e a precipitação anual fica em torno de 2.200mm.

Quanto à formação geológica e pedológica, a área está inserida numa região urbanizada, de difícil caracterização. A partir de observações no entorno, pode-se presumir que a composição geológica da área seja formada por Gnaisses Granulíticos. Quanto ao tipo de solo, também pode-se apenas presumir que sejam do tipo argissolos e/ou cambissolos.

## **5.0 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

## 5.0 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

### 5.1 - Metodologia

Antes do início dos trabalhos de sondagem foram realizadas inspeções geotécnicas de campo de modo a identificar os principais problemas a serem estudados, selecionar os métodos de investigação a serem aplicados, bem como estimar as quantidades de furos de sondagens necessários para a amostragem.

### 5.2 - Sondagens SPT

Após a investigação inicial de campo foram iniciados os ensaios geotécnicos por meio de sondagens SPT, conforme descrição seguinte:

O método de sondagem consiste na abertura do furo por meio de trados (trado concha, trado helicoidal) e/ou por lavagem (circulação d'água), com execução de ensaio de penetração de amostrador padrão, tipo "Raymond" (50,8mm de diâmetro externo), a cada metro. A cravação do amostrador dá-se por meio de um martelo, pesando 65kg, deixado cair de uma altura de 75cm.

O resultado do ensaio, índice SPT - "Standard Penetration Test", é o número de golpes necessários à cravação de 30cm do amostrador, após a cravação dos 15cm iniciais.

Os trabalhos foram executados em consonância com as normas brasileiras, em especial a NBR 6484 "Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos", de fevereiro de 2001, bem como as normas NBR 7250 de abril de 1982 e NBR 8036 de junho de 1983.

### 5.3 - Apresentação dos Trabalhos

#### 5.3.1 - Sondagens - Rua Souza Lobo - Bairro Costa e Silva

Nesta encosta foram realizados 3 (três) furos de sondagem, a saber:

Tabela 5.1 - Furos de Sondagem - Rua Souza Lobo

FURO	PROFUNDIDADE (m)
SP-101	20,00
SP-102	10,00
SP-103	5,00

Na sequência estão apresentados o croqui e os boletins de sondagem da área em questão.

### 5.3.5 - Sondagens - Rua XV de Novembro - Fundos da CONURB - Bairro América

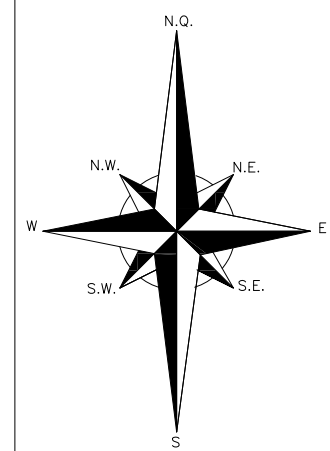
Nesta encosta foram realizados 8 (oito) furos de sondagem, a saber:

Tabela 5.5 - Furos de Sondagem - Rua XV de Novembro

Furo	Profundidade (m)
SP-501	20,00
SP-502	25,00
SP-503	20,00
SP-504	20,00
SP-505	20,00
SP-506	10,00
SP-507	10,00
SP-508	15,00






Na sequência estão apresentados o croqui e os boletins de sondagem da área em questão.

ESCALA: 1/500



---	MEIO FIO EXISTENTE
—	RUA EXISTENTE
—	BORDO RUA
==	MURO
-x-x-x-x-x-x-x-	CERCA DE ARAME

	CASA DE ALVENARIA
	SAIBRO (CHÃO BATIDO)
	LAJOTA SEXTAVADA
	PARALELEPIPEDO

	TALUDE EXISTENTE
	POSTE DE CONCRETO
	CURVAS DE NÍVEL-EXISTENTES
	FURO DE SONDAGEM
	BOCA DE LOBO EXISTENTE

[illegible]

NOTAS:  
01 - ESTE DESENHO CONTÉM INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS À FINALIDADE QUE SE PROPÕE E NÃO DEVE SER UTILIZADO PARA OUTROS FINS SEM CONSULTAR O RESP. TÉCNICO.

ELABORAÇÃO:

 **AZIMUTE**

CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA  
www.azimute.eng.br (47) 3473-6777

CONTRATANTE:

MUNICÍPIO DE JOINVILLE



PROJETO: <b>PROJETO EXECUTIVO PARA RECUPERAÇÃO DE ENCOSTAS</b> <b>RUA XV DE NOVENBRO</b>		
LOCAL/TRECHO: RUA XV DE NOVENBRO – BAIRRO AMÉRICA CEP: 89.201-601 – MUNICÍPIO DE JOINVILLE / SC		
CONTEÚDO: <b>CROQUI DE LOCAÇÃO DOS FUIROS DE SONDAGEM</b>		DATA: <b>NOVENBRO/2011</b>  ESCALA: <b>1:500</b>
CODIFICAÇÃO: <b>CRQ-08911-05-01-A</b>	EXTENSÃO/ÁREA:	PRANCHA: <b>01/01</b>
RESPONSÁVEL (CONTRATANTE): MUNICÍPIO DE JOINVILLE	RESPONSÁVEL TÉCNICO (AZIMUTE): ENG. ANTÔNIO CARLOS RAMUSKI CREA SC: 026.930-7	

# SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

OBRA: RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

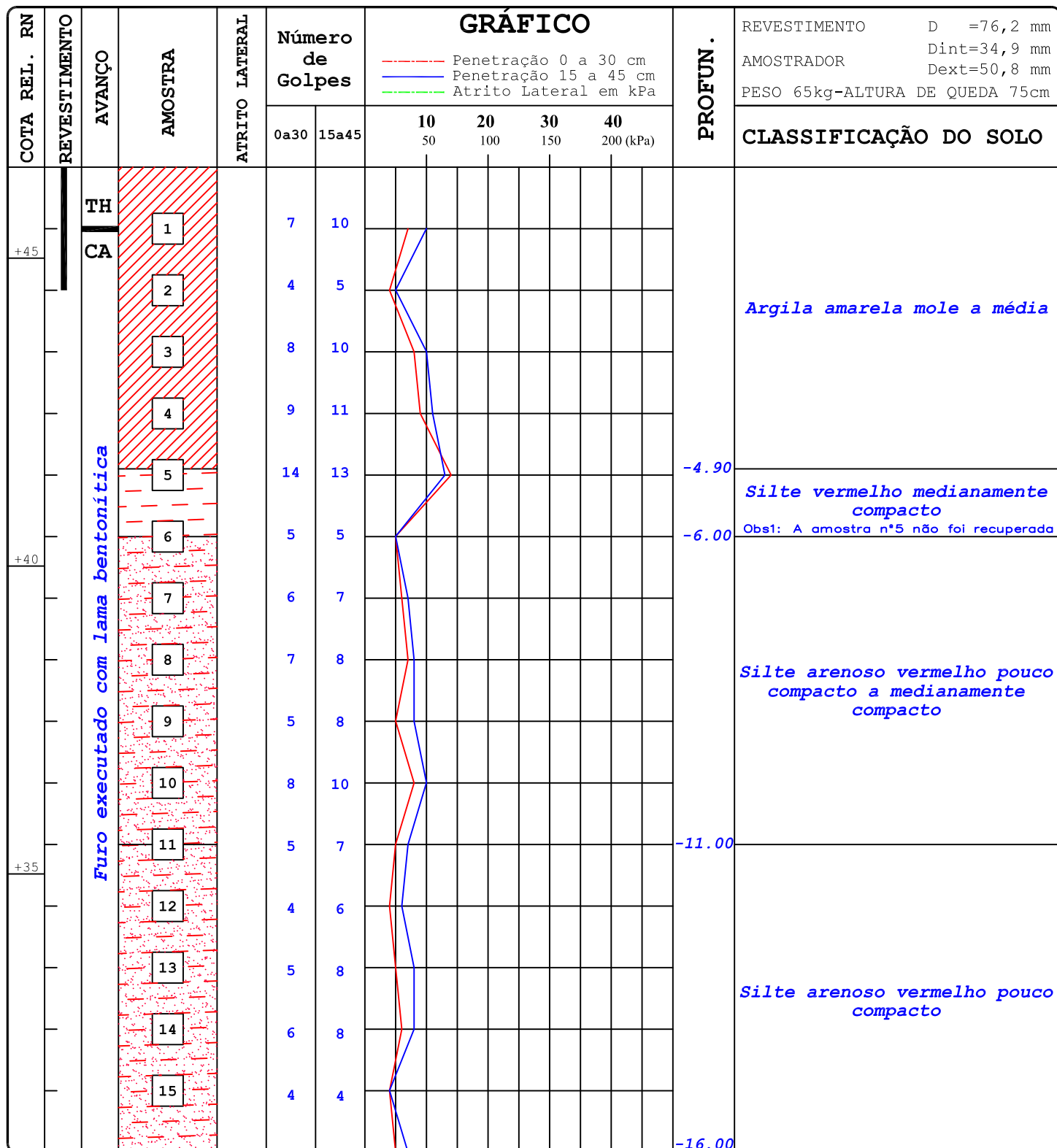
LOCAL: RUA XV DE NOVEMBRO (CONURB)

MUNICÍPIO: JOINVILLE - SC

SONDAGEM: SP-501

FOLHA: 01/02

COTA DO FURO: + 46.478 M



INÍCIO DA SONDAGEM: 19/04/2010

TÉRMINO DA SONDAGEM: 20/04/2010

Na: - 8.60 m

RELATÓRIO: REL-08911-01-01-A

Joinville, 23 de Abril de 2010.

# SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

CLIENTE: PREEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

OBRA: RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

LOCAL: RUA XV DE NOVEMBRO (CONURB)

MUNICÍPIO: JOINVILLE - SC

SONDAGEM: SP-501

FOLHA: 02/02

COTA DO FURO: + 46.478 M

COTA REL. RN	REVESTIMENTO	AVANÇO	AMOSTRA	ATRITO LATERAL	Número de Golpes		GRÁFICO				PROFUN.	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO
					0a30	15a45	10 50	20 100	30 150	40 200 (kPa)		
+30		CA	16		5	7					-15.00	Silte arenoso vermelho pouco compacto
			17		7	8					-17.00	
			18		7	10						Silte arenoso variegado (vermelho) pouco compacto a medianamente compacto
			19		9	13						
			20		8	12					-20.45	Sondagem limitada pelo cliente

INÍCIO DA SONDAGEM: 19/04/2010

TÉRMINO DA SONDAGEM: 20/04/2010

Na: - 8.60 m

RELATÓRIO: REL-08911-01-01-A

Joinville, 23 de Abril de 2010.



# SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

CLIENTE: PREEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

OBRA: RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

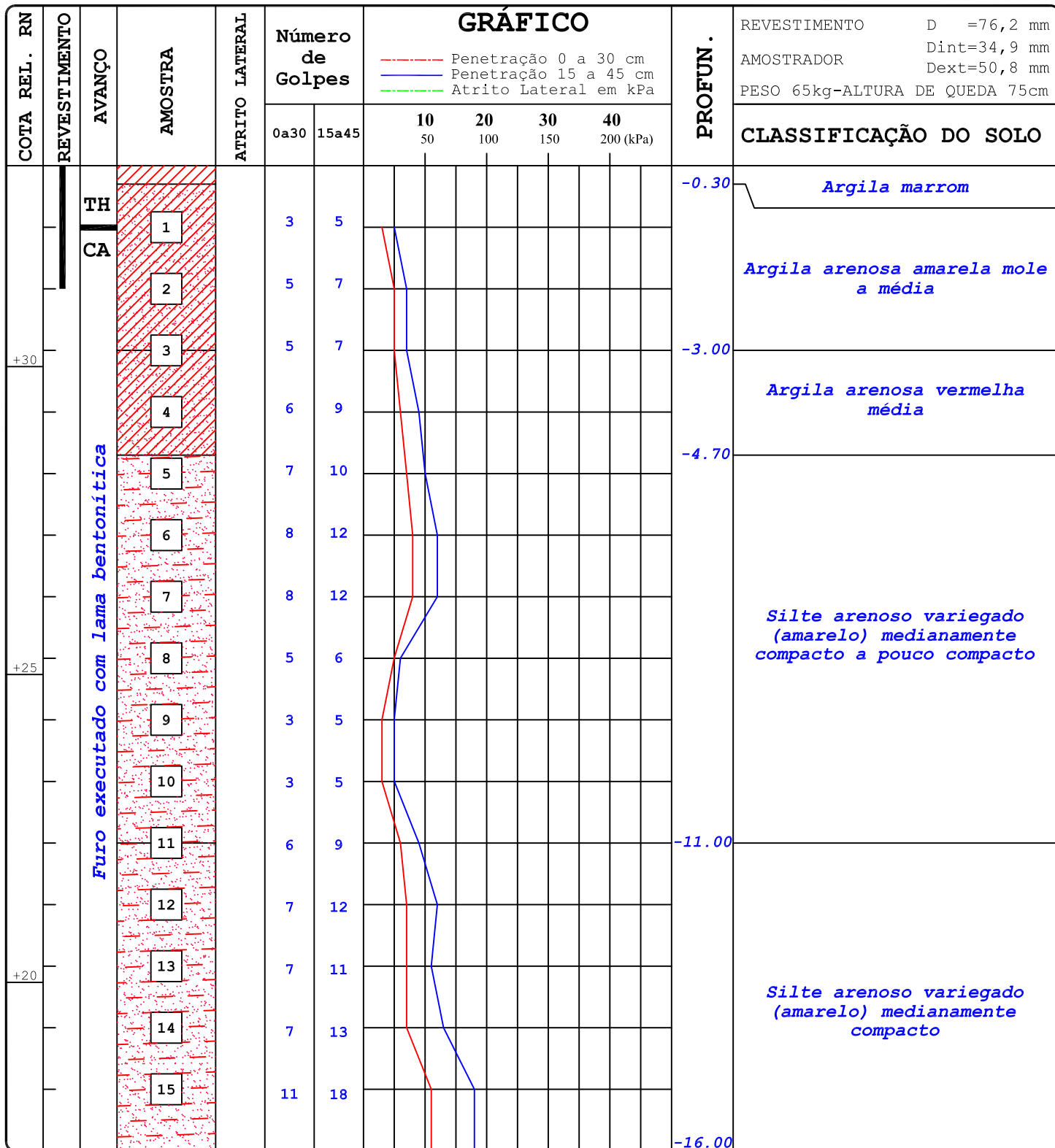
LOCAL: RUA XV DE NOVEMBRO (CONURB)

MUNICÍPIO: JOINVILLE - SC

SONDAGEM: SP-502

FOLHA: 01/02

COTA DO FURO: + 33.263 M



INÍCIO DA SONDAAGEM: 19/04/2010

TÉRMINO DA SONDAAGEM: 20/04/2010

Na: - 10.30 m

RELATÓRIO: REL-08911-01-01-A

Joinville, 23 de abril de 2010.

# SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

CLIENTE: PREEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

OBRA: RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

LOCAL: RUA XV DE NOVENBRO (CONURB)

MUNICÍPIO: JOINVILLE - SC

SONDAGEM: SP-502

FOLHA: 02/02

COTA DO FURO: + 33.263 M

COTA REL. RN	REVESTIMENTO	AVANÇO	AMOSTRA	ATRITO LATERAL	Número de Golpes		GRÁFICO				PROFUN.	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO
					0a30	15a45	10 50	20 100	30 150	40 200 (kPa)		
							<div> <div>Penetração 0 a 30 cm</div> <div>Penetração 15 a 45 cm</div> <div>Atrito Lateral em kPa</div> </div>					
		CA	16		11	18					-15.00	Silte arenoso variegado (amarelo) medianamente compacto
			17		9	16						
+15			18		8	14					-18.00	Silte arenoso variegado (vermelho) medianamente compacto
			19		7	13						
			20		7	14					-20.00	Silte arenoso variegado (amarelo) medianamente compacto
			21		7	13						
			22		8	12						
+10			23		8	13					-23.00	Silte arenoso variegado (vermelho) medianamente compacto
			24		8	14						
			25		9	15					-25.45	Sondagem limitada pelo cliente

INÍCIO DA SONDAGEM: 19/04/2010

TÉRMINO DA SONDAGEM: 20/04/2010

Na: - 10.30 m

RELATÓRIO: REL-08911-01-01-A

Joinville, 23 de Abril de 2010.

## SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

**CLIENTE:** PREEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

**OBRA:** RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

**LOCAL:** RUA XV DE NOVENBRO (CONURB)

**MUNICÍPIO:** JOINVILLE - SC

**SONDAGEM:** SP-503

**FOLHA:** 01/02

**COTA DO FURO:** + 38.347 M

COTA REL. RN	REVESTIMENTO	AVANÇO	AMOSTRA	ATRITO LATERAL	Número de Golpes		GRÁFICO								PROFUN.	REVESTIMENTO	D =76,2 mm	Dint=34,9 mm	Dext=50,8 mm	PESO 65kg-ALTURA DE QUEDA 75cm	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO
					0a30	15a45		10	20	30	40										
								50	100	150	200 (kPa)										
									</												

INÍCIO DA SONDAGEM: 20/04/2010

TÉRMINO DA SONDAGEM: 22/04/2010

**Na:**    - 12.00 m

RELATÓRIO : *REL-089//01-01-A*

Joinville, 23 de Abril de 2010.

# SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

**CLIENTE:** PREEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

**OBRA:** RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

**LOCAL:** *RUA XV DE NOVENBRO (CONURB)*

**MUNICÍPIO:** JOINVILLE - SC

**SONDAGEM:** SP-503

**FOLHA:** 02/02

**COTA DO FURO:** + 38.347 M

[illegible]

INÍCIO DA SONDAGEM: 20/04/2010

TÉRMINO DA SONDAGEM: 22/04/2010

Na: - 12.00 m

RELATÓRIO : *REL-089//01-01-A*

Joinville, 23 de Abril de 2010.



# SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

CLIENTE: PREEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

OBRA: RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

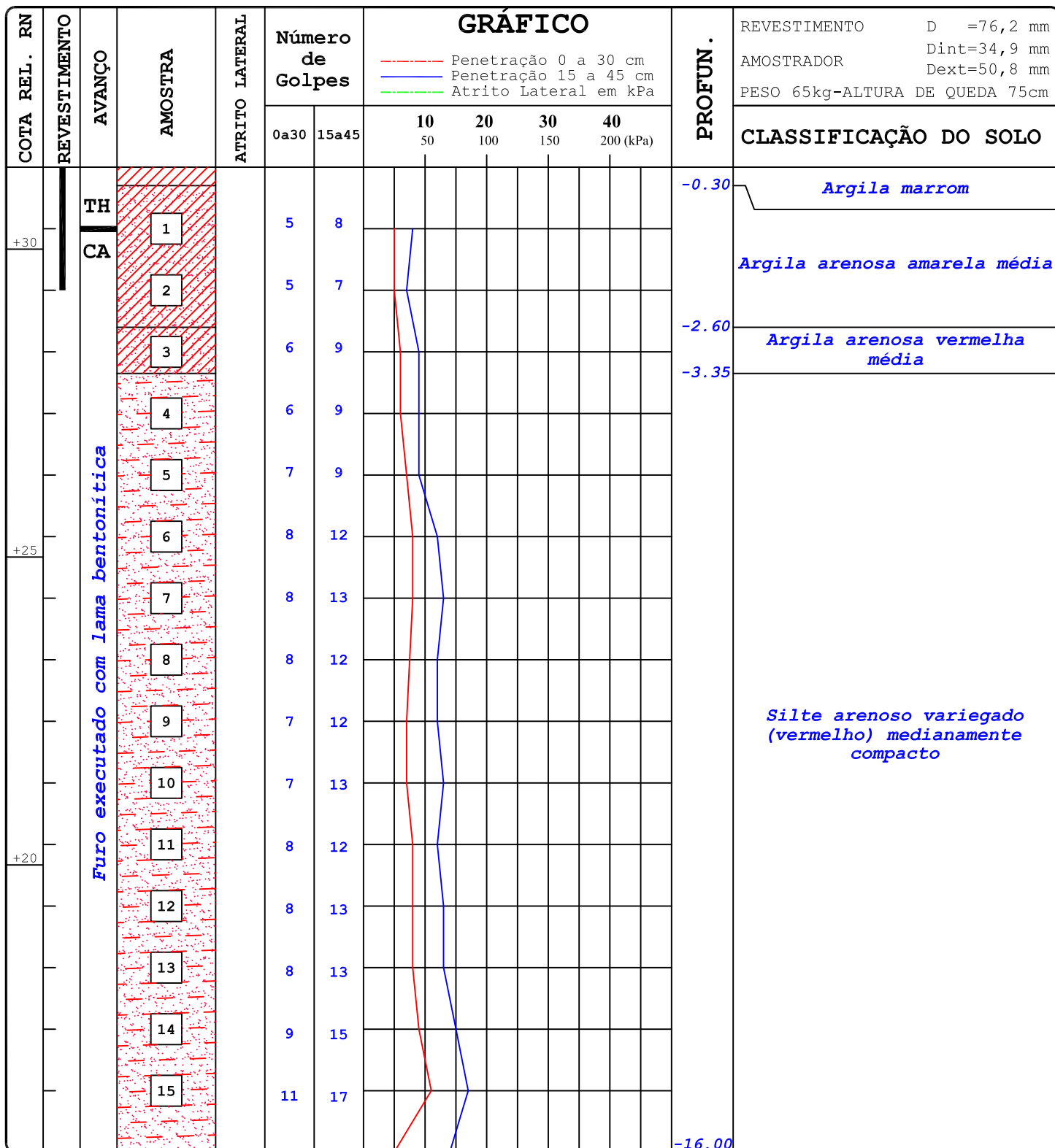
LOCAL: RUA XV DE NOVEMBRO (CONURB)

MUNICÍPIO: JOINVILLE - SC

SONDAGEM: SP-504

FOLHA: 01/02

COTA DO FURO: + 31.332 M



INÍCIO DA SONDAGEM: 20/04/2010

TÉRMINO DA SONDAGEM: 22/04/2010

Na: - 11.20 m

RELATÓRIO: REL-08911-01-01-A

Joinville, 23 de Abril de 2010.

# SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

OBRA: RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

LOCAL: RUA XV DE NOVEMBRO (CONURB)

MUNICÍPIO: JOINVILLE - SC

SONDAGEM: SP-504

FOLHA: 02/02

COTA DO FURO: +31.332 M

COTA REL. RN	REVESTIMENTO	AVANÇO	AMOSTRA	ATRITO LATERAL	Número de Golpes		GRÁFICO				PROFUN.	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO
					0a30	15a45	10 50	20 100	30 150	40 200 (kPa)		
+15		CA	16		5	9					-15.00	Silte arenoso variegado (vermelho) medianamente compacto
			17		8	13						
			18		19	23					-18.00	Silte com pedregulhos variegado (amarelo) compacto
			19		17	23						
			20		15	20					-20.45	Sondagem limitada pelo cliente

INÍCIO DA SONDAGEM: 20/04/2010

TÉRMINO DA SONDAGEM: 22/04/2010

Na: - 11.20 m

RELATÓRIO: REL-08911-01-01-A

Joinville, 23 de Abril de 2010.

# SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

CLIENTE: PREEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

OBRA: RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

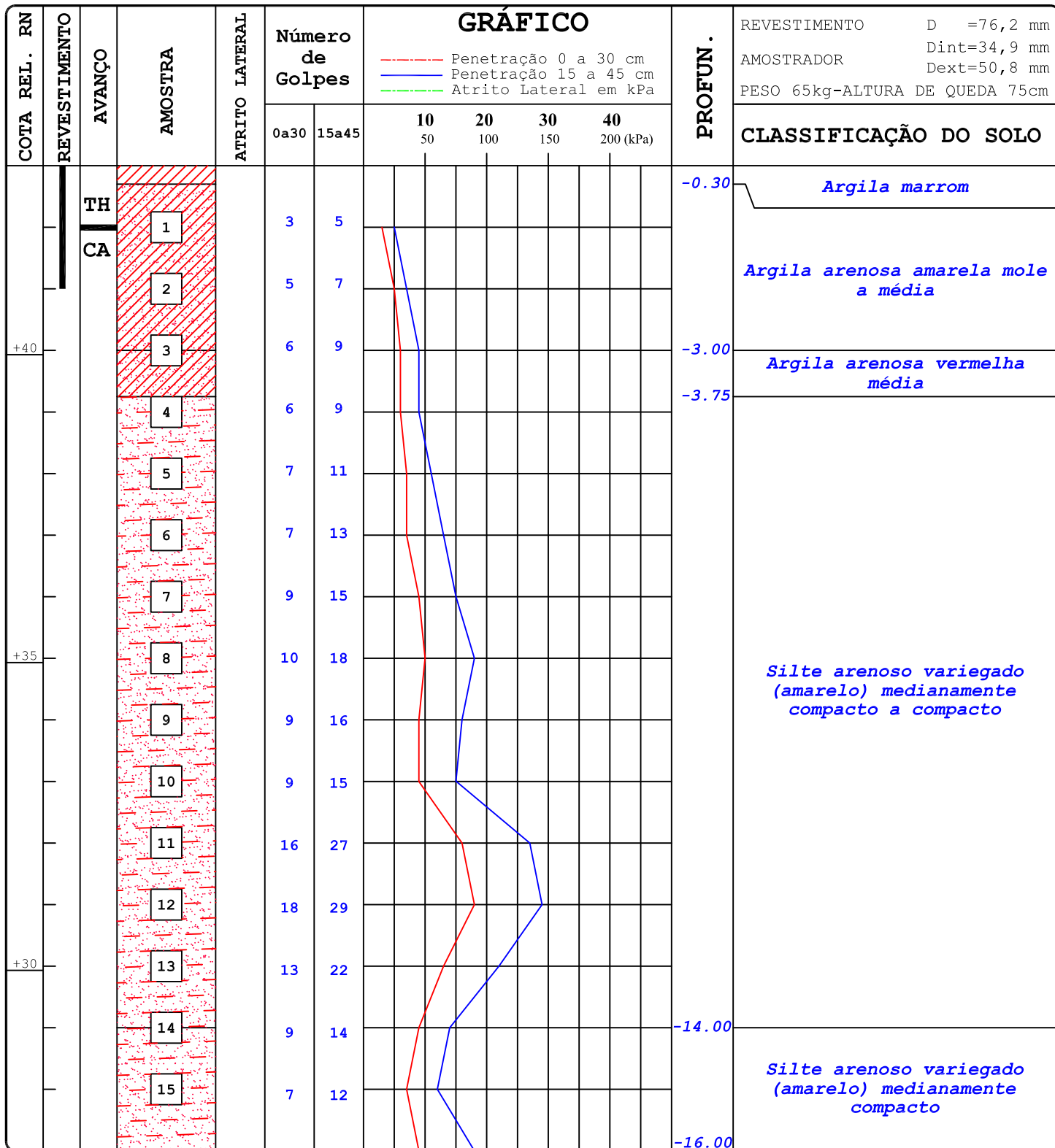
LOCAL: RUA XV DE NOVEMBRO (CONURB)

MUNICÍPIO: JOINVILLE - SC

SONDAGEM: SP-505

FOLHA: 01/02

COTA DO FURO: + 43.069 M



INÍCIO DA SONDEGEM: 22/04/2010

TÉRMINO DA SONDEGEM: 26/04/2010

Na: - 6.70 m

RELATÓRIO: REL-08911-01-01-A

Joinville, 27 de Abril de 2010.

## SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

**CLIENTE:** PREEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

**OBRA:** RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

**LOCAL:** *RUA XV DE NOVENBRO (CONURB)*

MUNICÍPIO: JOINVILLE - SC

SONDAGEM: SP-505

FOLHA: 02/02

**COTA DO FURO:** + 43.069 M

COTA REL. RN	REVESTIMENTO	AVANÇO	AMOSTRA	ATRITO LATERAL	Número de Golpes	GRÁFICO								PROFUN.	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	
					0a30 15a45		Penetração 0 a 30 cm Penetração 15 a 45 cm Atrito Lateral em kPa	10 50	20 100	30 150	40 200 (kPa)			REVESTIMENTO D =76,2 mm AMOSTRADOR Dint=34,9 mm Dext=50,8 mm PESO 65kg-ALTURA DE QUEDA 75cm		
+25		CA	16 17 18 19 20		9 6 10 9 11	13 9 15 12 16						-15.00	Silte arenoso variegado (amarelo) medianamente compacto			
												-16.00	Silte arenoso variegado (vermelho) medianamente compacto			
												-20.45	Sondagem limitada pelo cliente			

INÍCIO DA SONDAGEM: 22/04/2010

TÉRMINO DA SONDAGEM: 26/04/2010

**Na:** - 6.70 m

RELATÓRIO : REL-089//01-01-A

Joinville, 27 de Abril de 2010.



# SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

CLIENTE: PREEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

OBRA: RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

LOCAL: RUA XV DE NOVEMBRO (CONURB)

MUNICÍPIO: JOINVILLE - SC

SONDAGEM: SP-506

FOLHA: 01/01

COTA DO FURO: + 29.648 M

COTA REL. RN	REVESTIMENTO	AVANÇO	AMOSTRA	ATRITO LATERAL	Número de Golpes		GRÁFICO				PROFUN.	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO
					0a30	15a45	10	20	30	40		
							50	100	150	200 (kPa)		
		TH	1		3	5					-0.30	Argila arenosa marrom
		CA	2		4	6						Argila amarela mole a média
			3		4	7					-2.70	Argila arenosa amarela média
			4		5	7					-3.80	Silte argiloso variegado (vermelho) médio
+25			5		5	8					-5.00	Silte arenoso variegado (vermelho) pouco compacto a medianamente compacto
			6		5	9						
			7		6	9					-7.00	Silte arenoso variegado (amarelo) pouco compacto a medianamente compacto
			8		5	8						
			9		7	9						
+20			10		8	11					-10.45	Sondagem limitada pela contratante

INÍCIO DA SONDAGEM: 22/11/2011

TÉRMINO DA SONDAGEM: 22/11/2011

Na: - 6.80 m

RELATÓRIO: REL-08911-01-01-A

Joinville, 23 de Novembro de 2011.

# SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

OBRA: RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

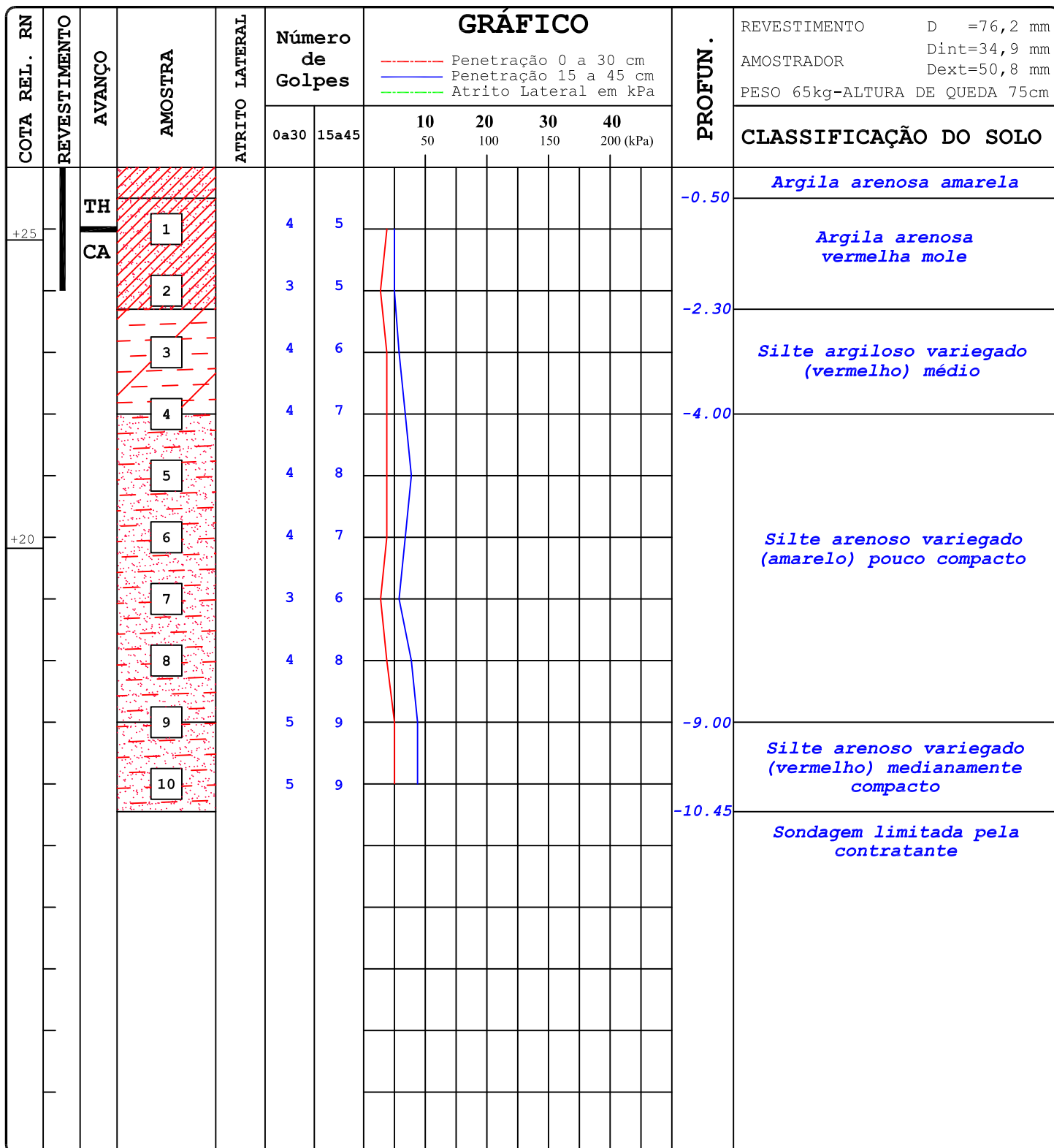
LOCAL: RUA XV DE NOVEMBRO (CONURB)

MUNICÍPIO: JOINVILLE - SC

SONDAGEM: SP-507

FOLHA: 01/01

COTA DO FURO: + 26.178 M



INÍCIO DA SONDAGEM: 21/11/2011

TÉRMINO DA SONDAGEM: 21/11/2011

Na: - 5.80 m

RELATÓRIO: REL-08911-01-01-A

Joinville, 23 de Novembro de 2011.

# SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT)

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

OBRA: RECUPERAÇÃO DE ENCOSTA

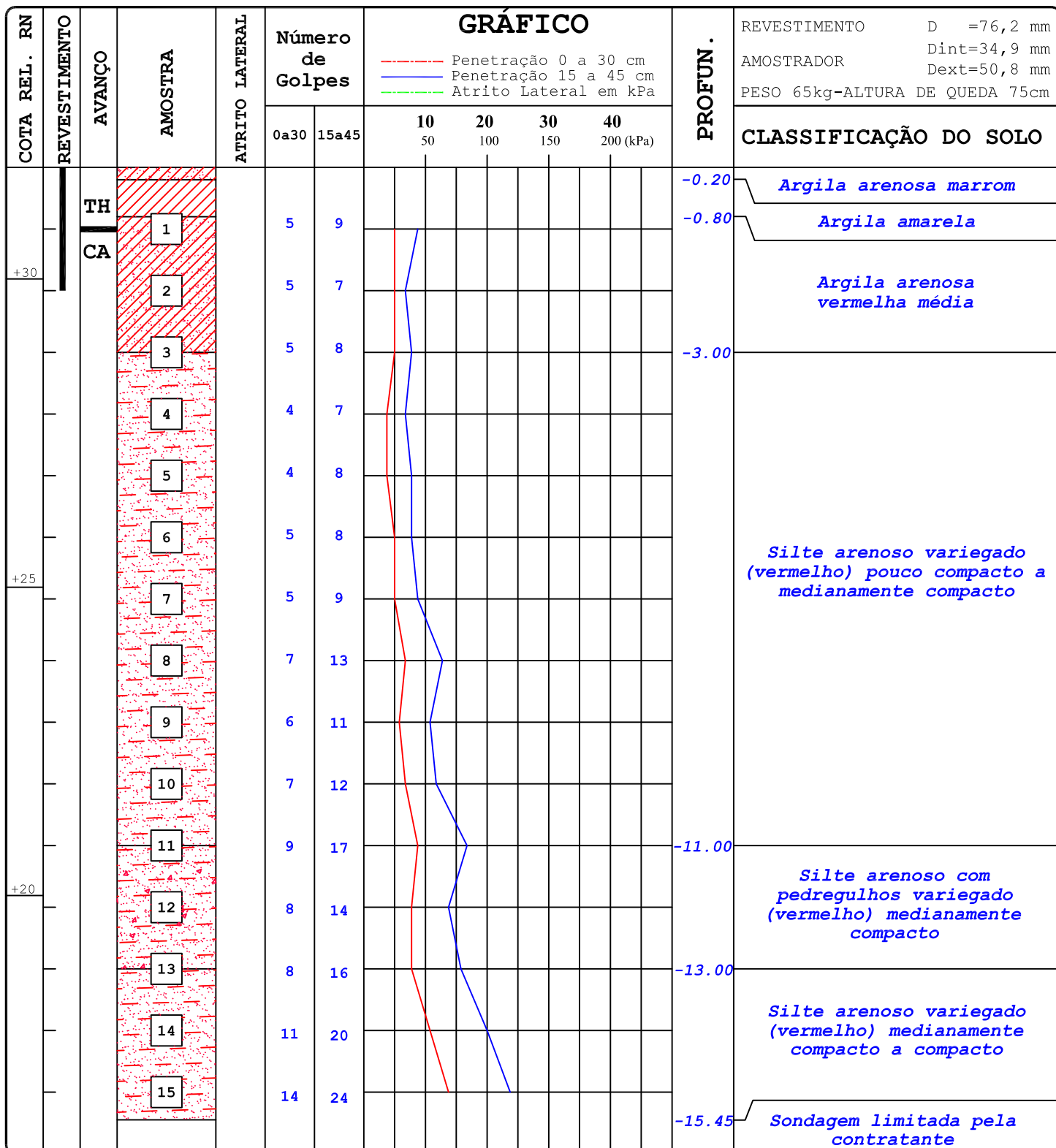
LOCAL: RUA XV DE NOVEMBRO (CONURB)

MUNICÍPIO: JOINVILLE - SC

SONDAGEM: SP-508

FOLHA: 01/01

COTA DO FURO: + 31.810 M



INÍCIO DA SONDAGEM: 21/11/2011

TÉRMINO DA SONDAGEM: 22/11/2011

Na: - 7.50 m

RELATÓRIO: REL-08911-01-01-A

Joinville, 23 de Novembro de 2011.

## **6.0 - MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO**

## **6.0 - MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO**

### **6.1 - Investigações Geotécnicas**

Foram executados levantamentos planialtimétricos das áreas afetadas (os quais já foram anteriormente apresentados no capítulo 03) para efetuar análises de estabilidade da encosta. Esse cadastro contemplou o levantamento de curvas de nível de metro em metro, cadastro das principais estruturas do entorno, pontos de erosão, surgências, drenagens, etc. Foram também cadastrados os pontos de sondagem SPT realizados.

Com vistas a caracterizar os maciços da encosta e obter parâmetros geotécnicos nas áreas afetadas pelos escorregamentos foram executadas sondagens do tipo SPT - *Standard Penetration Test*, segundo a Norma Técnica ABNT 6484 - Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos.

#### **6.1.1 - Resultados - Rua dos Bandeirantes - Bairro Glória**

Executado 1 (um) furo de sondagem, a saber: SP-201 com 15,45m, localizado conforme planta de locação constante no capítulo 5.

A Figura 6.1 a seguir apresenta os resultados de NSPT obtidos no furo executado, bem como as camadas identificadas.



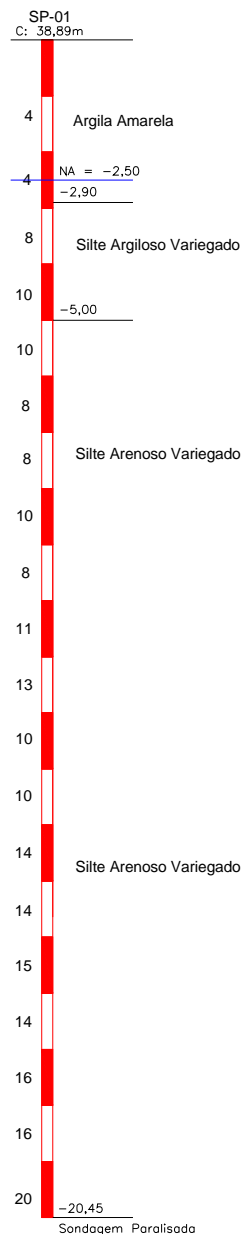


Figura 6.4 - Resultados de NSPT obtidos na sondagem - Servidão Afonso Hoepner.

#### 6.1.5 - Resultados - XV de Novembro - Fundos da CONURB - Bairro América

Executados 8 (oito) furos de sondagem, a saber: SP-501 com 20,45m, SP-502 com 25,45m, SP-503 com 20,45m, SP-504 com 20,45m, SP-505 com 20,45m, SP-506 com 10,45m, SP-507 com 10,45m e SP-508 com 15,45m, localizados conforme planta de locação constante no capítulo 5. Os furos SP-01 a SP-05 foram executados em primeira etapa em Abril de 2010 e os furos SP-06 a SP-08 em Novembro de 2011.

As Figuras 6.5 e 6.6 a seguir apresentam os resultados de NSPT obtidos nos furos executados, bem como as camadas identificadas.

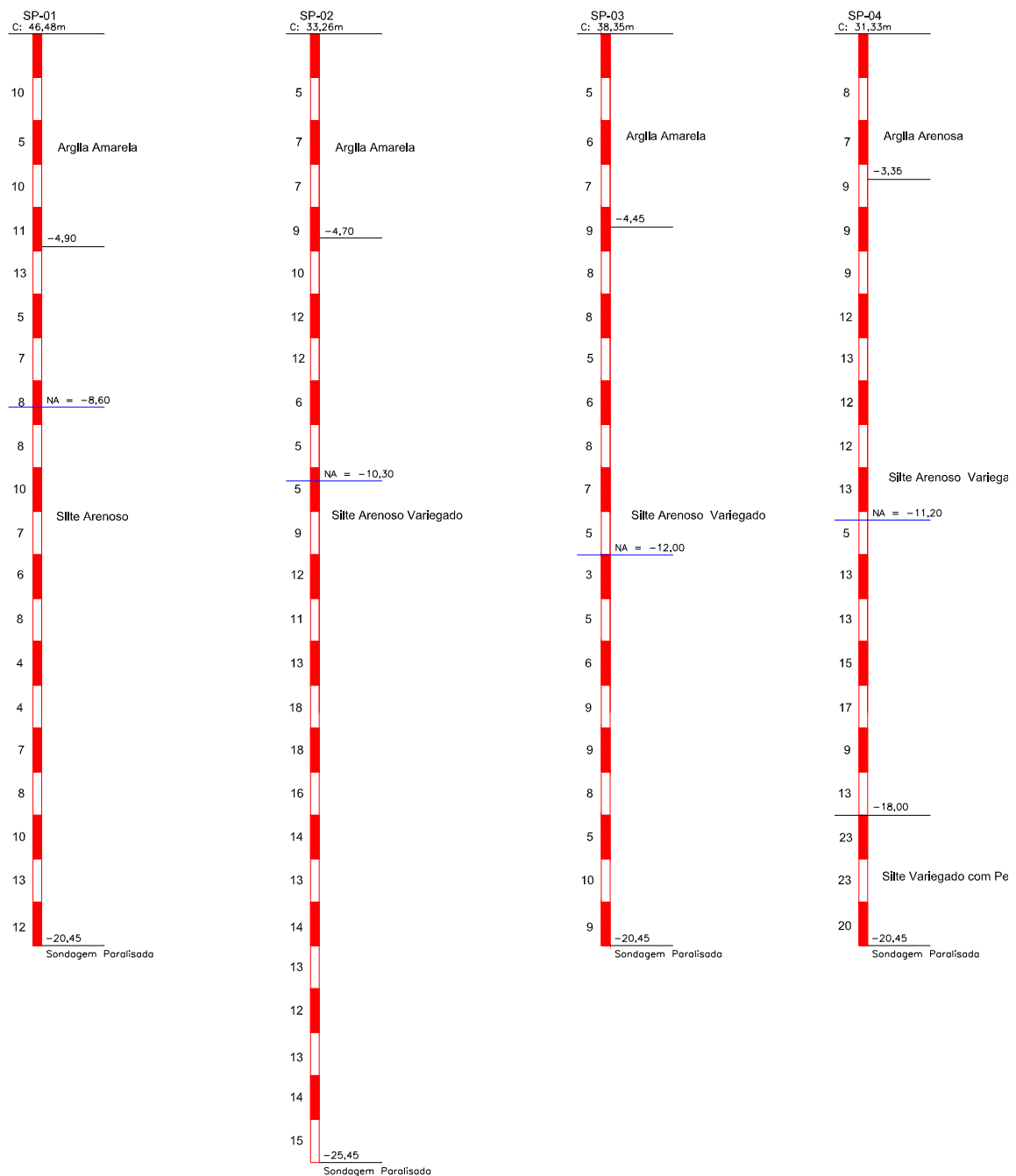


Figura 6.5 - Resultados de NSPT obtidos nas sondagens - Rua XV de Novembro.

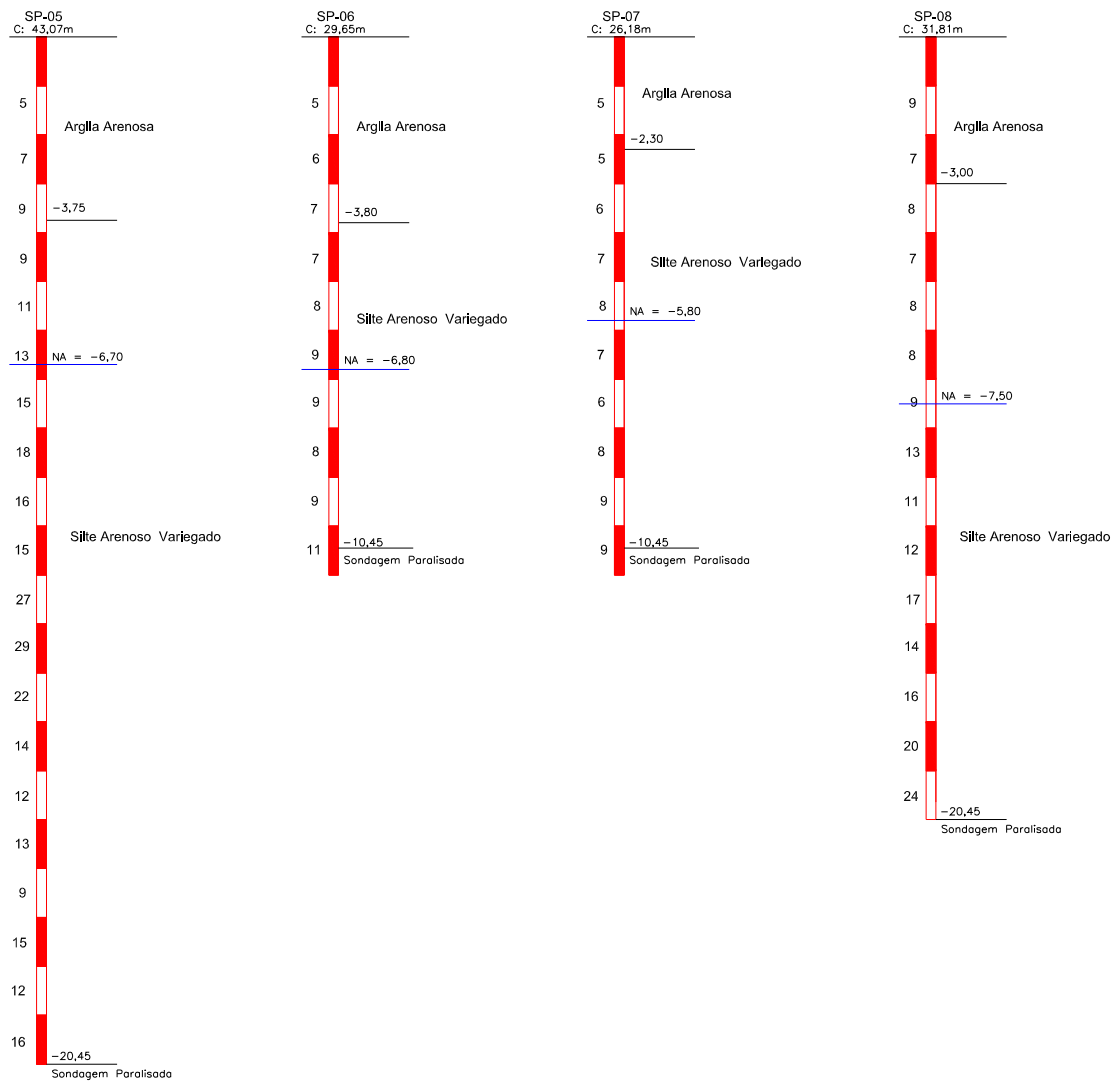


Figura 6.6 - Resultados de NSPT obtidos nas sondagens - Rua XV de Novembro.

## 6.2 - Definição do Modelo Geológico-Geotécnico Representativo

Com base nos elementos obtidos a partir da vistoria, em conjunto com as investigações geotécnicas (sondagens), topografia, dados da geologia e dos mecanismos de ruptura observados em campo, definiu-se um modelo geológico-geotécnico representativo para cada encosta, que passa a ser utilizado nas análises de estabilidade e de medidas de estabilização que serão realizadas.

### 6.2.1 - Modelo - Rua dos Bandeirantes - Bairro Glória

A Figura 6.8 apresenta o modelo geológico-geotécnico concebido, considerando a Seção 3 do levantamento planialtimétrico (Ver Figura 6.7), a qual contempla o local que ocorreu ruptura por escorregamento rotacional.

### 6.2.5 - Modelo - XV de Novembro - Fundos da CONURB - Bairro América

As Figuras 6.16, 6.17 e 6.18 apresentam os modelos geológico-geotécnicos concebidos, considerando as Seções 1, 2 e 3 do levantamento planialtimétrico (Ver Figura 6.15) a qual contempla o local que ocorreu ruptura por escorregamento rotacional.

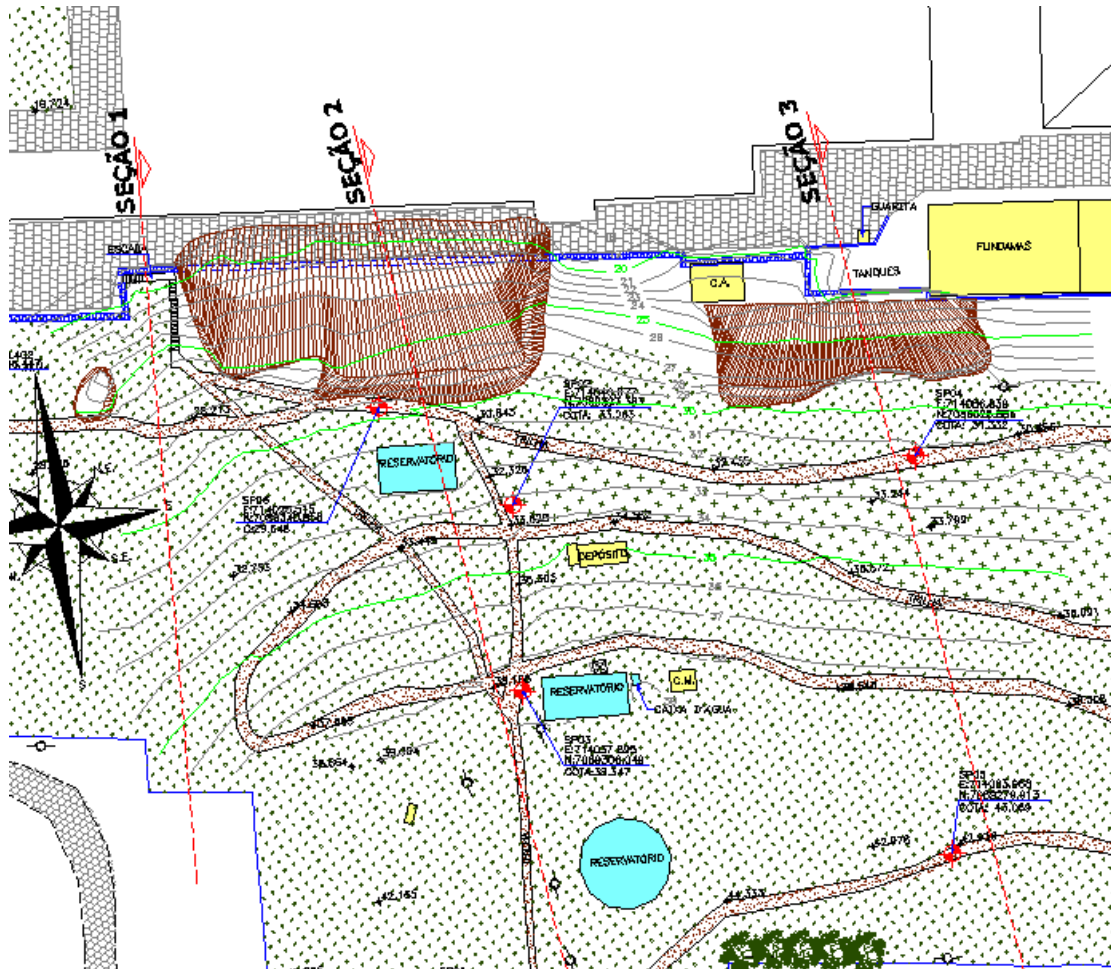


Figura 6.15 - Posicionamento das Seções 1, 2 e 3 do Levantamento Topográfico Planialtimétrico, utilizado para a concepção do modelo geológico-geotécnico.

A partir das sondagens SP-501 a SP-508, de informações sobre a geologia local e do mapeamento de campo, inferiu-se uma camada superficial de argila arenosa, com NSPT da ordem de 5 a 9 golpes. Esta camada contempla a transição natural entre as camadas argilosas superficiais típicas de Joinville sobre o substrato siltoso variegado. Abaixo desta, ocorre camada de silte variegado, com resistência crescente com a profundidade, caracterizando solo residual, com resistência abaixo de 10 golpes e abaixo desta, camada com NSPT superior a 10 golpes.

As sondagens realizadas indicaram a presença de nível de água, o qual foi representado nos modelos geológico-geotécnicos definidos.

SEÇÃO 1 - MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

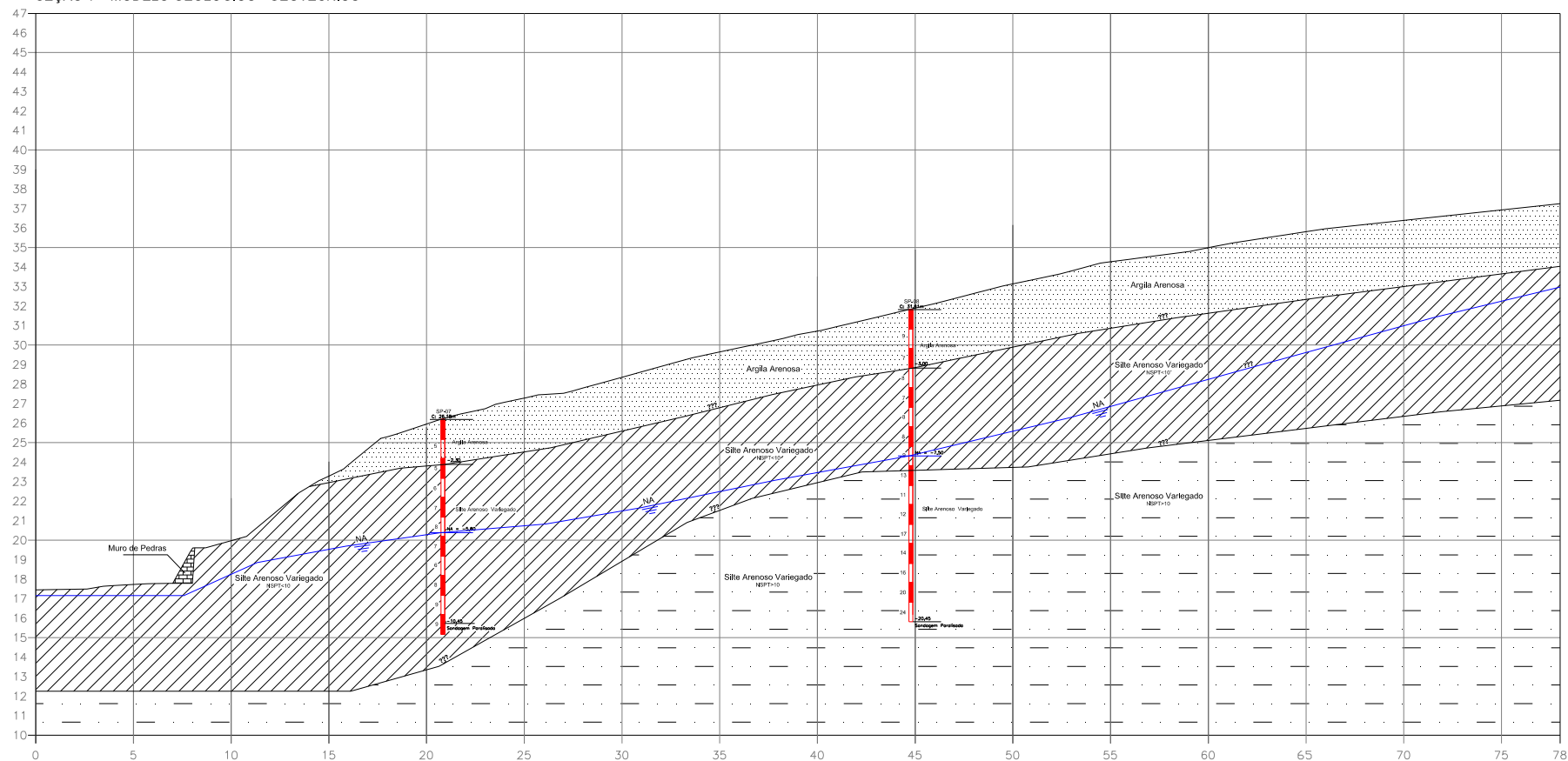


Figura 6.16 - Modelo Geológico-Geotécnico - Seção 1 - Rua XV de Novembro.



SEÇÃO 2 - MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

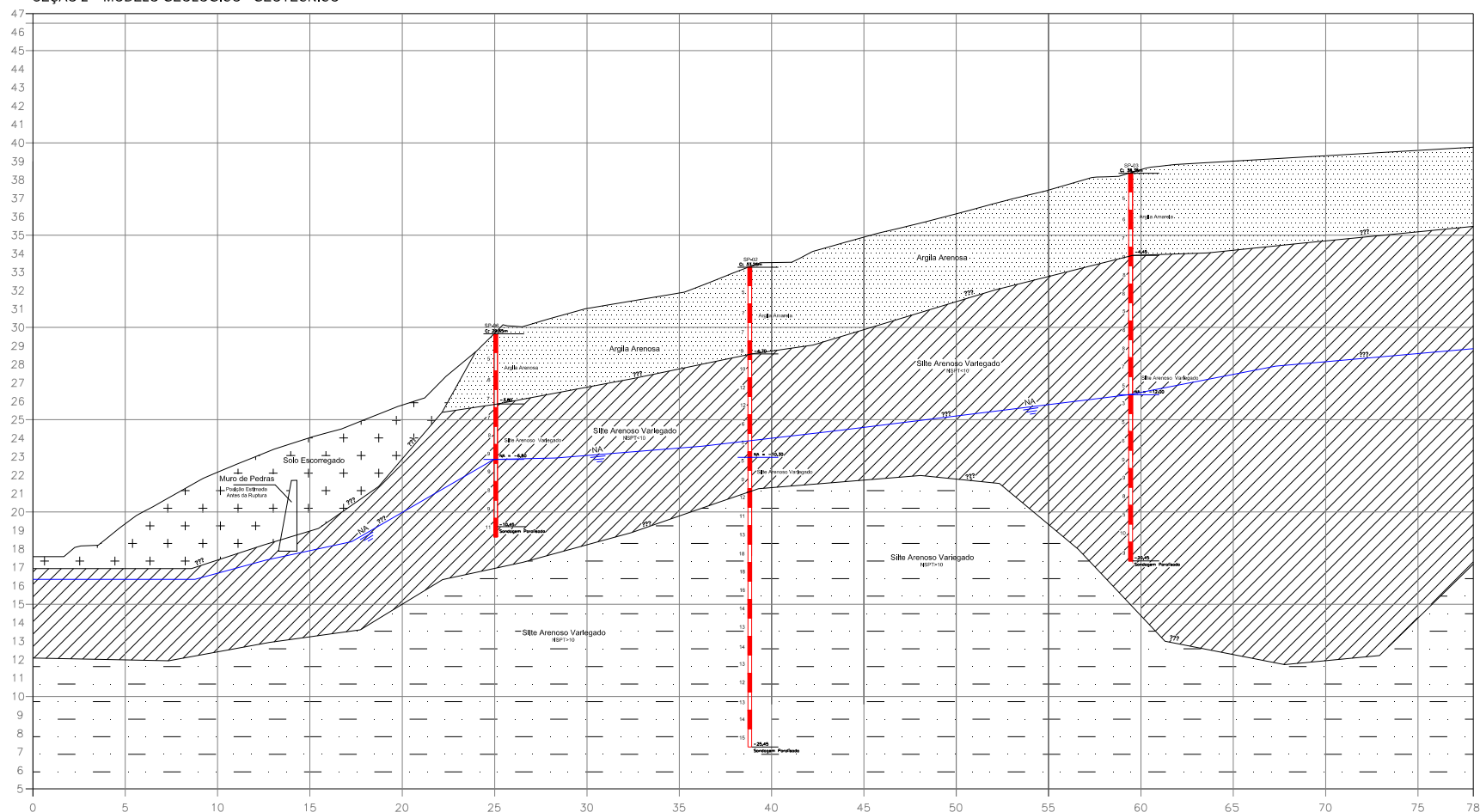


Figura 6.17 - Modelo Geológico-Geotécnico - Seção 2 - Rua XV de Novembro.

### SEÇÃO 3 - MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

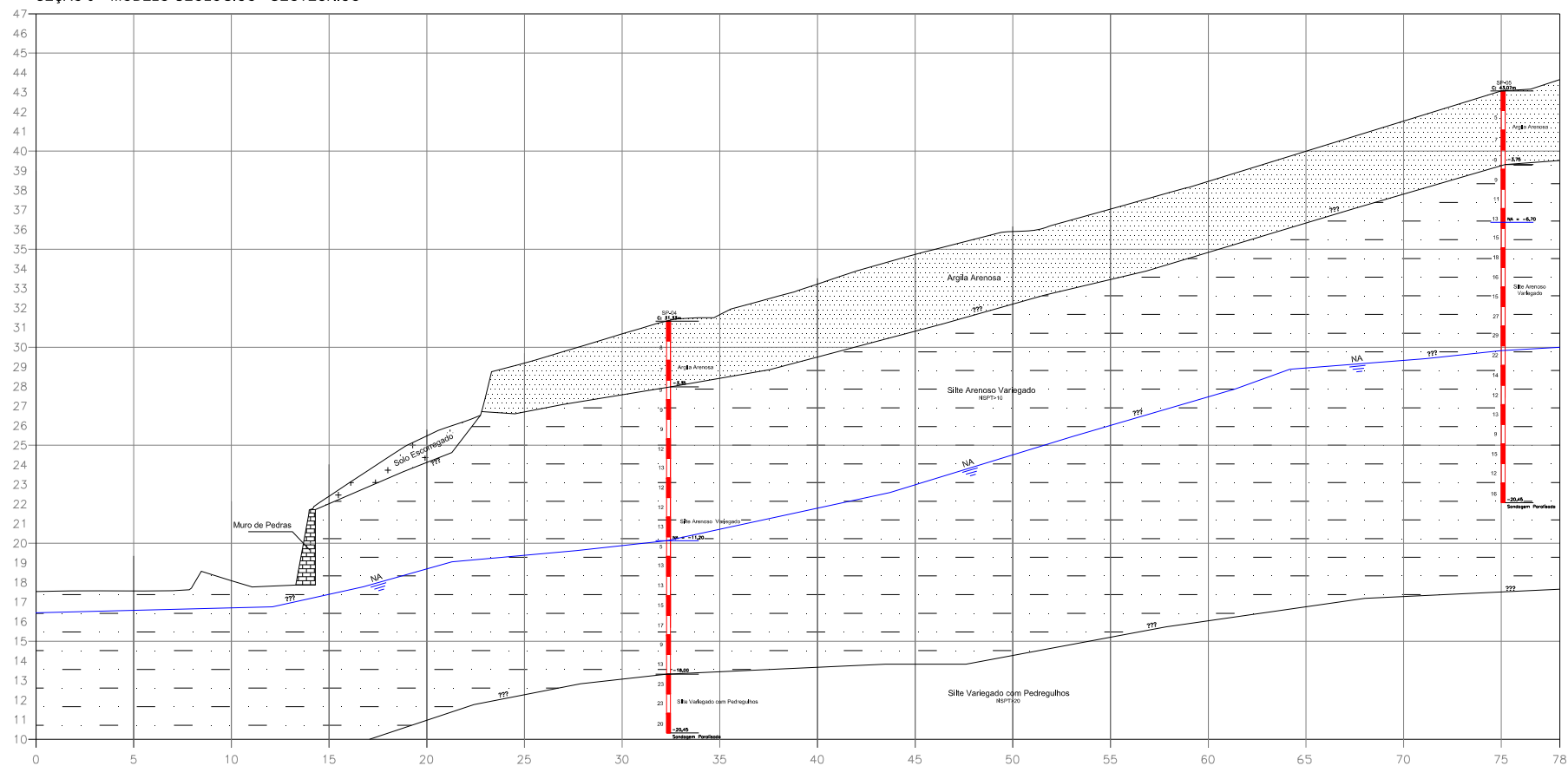


Figura 6.18 - Modelo Geológico-Geotécnico - Seção 3 - Rua XV de Novembro.

## **7.0 - ANÁLISE DE ESTABILIDADE DOS TALUDES**

## 7.0 - ANÁLISE DE ESTABILIDADE DOS TALUDES

Em todas as análises de estabilidade utilizou-se o software SLIDE, fabricado pela Rocscience do Canadá, que utiliza o método do equilíbrio limite para cálculo automático dos fatores mínimos de segurança à estabilidade. Adotou-se o método de Bishop Simplificado por ser um consagrado método de cálculo para estabilidade de taludes.

Os parâmetros geotécnicos de todos os pontos foram obtidos com base em retroanálises dos escorregamentos das seções da ruptura. As cicatrizes expostas permitem, com bom nível de aproximação, definir as superfícies de ruptura que, em conjunto com a estimativa das superfícies originais dos taludes, são os elementos para a retroanálise dos escorregamentos.

Assim, foram realizadas diversas análises de estabilidade alterando a posição do lençol freático e coesão do solo das camadas das seções, até que a combinação resultasse em fator de segurança igual à unidade (FS=1).

### 7.1 - Rua dos Bandeirantes - Bairro Glória

Os parâmetros geotécnicos foram estimados com base em retroanálise do escorregamento da seção da ruptura. Os resultados são apresentados na Tabela 7.1 e na Figura 7.1. A superfície de ruptura foi estimada e aproximada à forma circular.

Os parâmetros geotécnicos foram adotados com base na retroanálise realizada na seção 3 do escorregamento, com base na experiência da Consultoria e em dados obtidos pela bibliografia.

Tabela 7.1 - Resultados da Retroanálise - Seção 3.

Material	Peso Específico	Coesão Efetiva	Ângulo de Atrito Interno Efetivo	FS
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [graus]	
Silte Argiloso	17	1	26	1,007
Silte Variegado - NSPT < 10	17	4,5	25	-
Silte Variegado - NSPT > 10	18	10	28	-

## 7.5 - Rua XV de Novembro - Fundos da CONURB - Bairro América

Os parâmetros geotécnicos foram estimados com base em retroanálise do escorregamento da Seção 2, a qual contempla a ruptura principal. Os resultados são apresentados na Tabela 7.13 e na Figura 7.23. A superfície de ruptura foi estimada e aproximada à forma circular.

Os parâmetros geotécnicos foram adotados com base na retroanálise realizada na seção 2 do escorregamento, com base na experiência da Consultoria e em dados obtidos pela bibliografia.

Tabela 7.13 - Resultados da Retroanálise - Seção 2.

Material	Peso Específico	Coesão Efetiva	Ângulo de Atrito Interno Efetivo	FS
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [graus]	
Argila Arenosa	18	5	26	1,00
Silte - NSPT < 10	18	10	25	-
Silte - NSPT > 10	19	10	27	-
Solo Escorregado	16	0	24	-

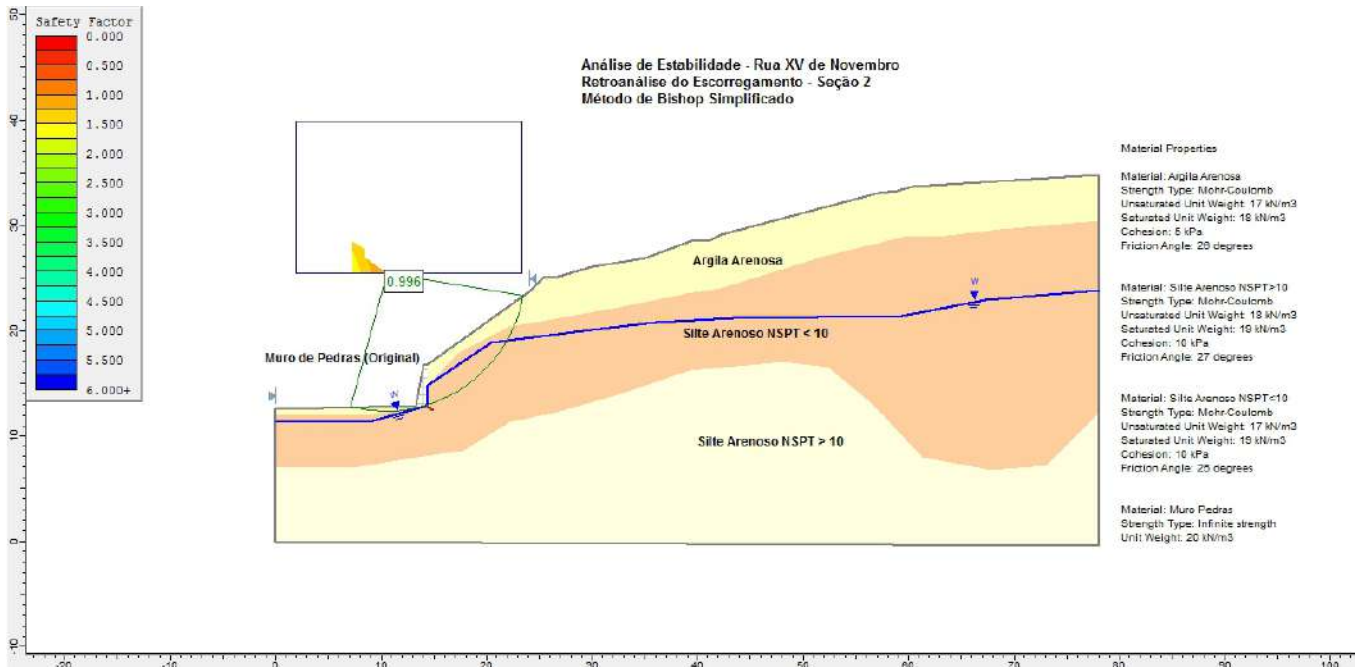


Figura 7.23 - Retroanálise do escorregamento na Seção 2.

Com base nas seções transversais e no modelo geológico-geotécnico definido, foram realizadas análises de estabilidade para verificação do grau de segurança atual das encostas.



As Figuras 7.24 a 7.27 apresentam os resultados das análises realizadas. A Tabela 7.14 apresenta o resumo dos fatores de segurança obtidos.

Tabela 7.14 - Resultados das Análises de Estabilidade.

SEÇÃO	RESULTADOS	
	FS	Figura
Seção 1	1,50	7.24
Seção 2	1,15 / 0,75	7.25 / 7.26
Seção 3	0,56	7.27

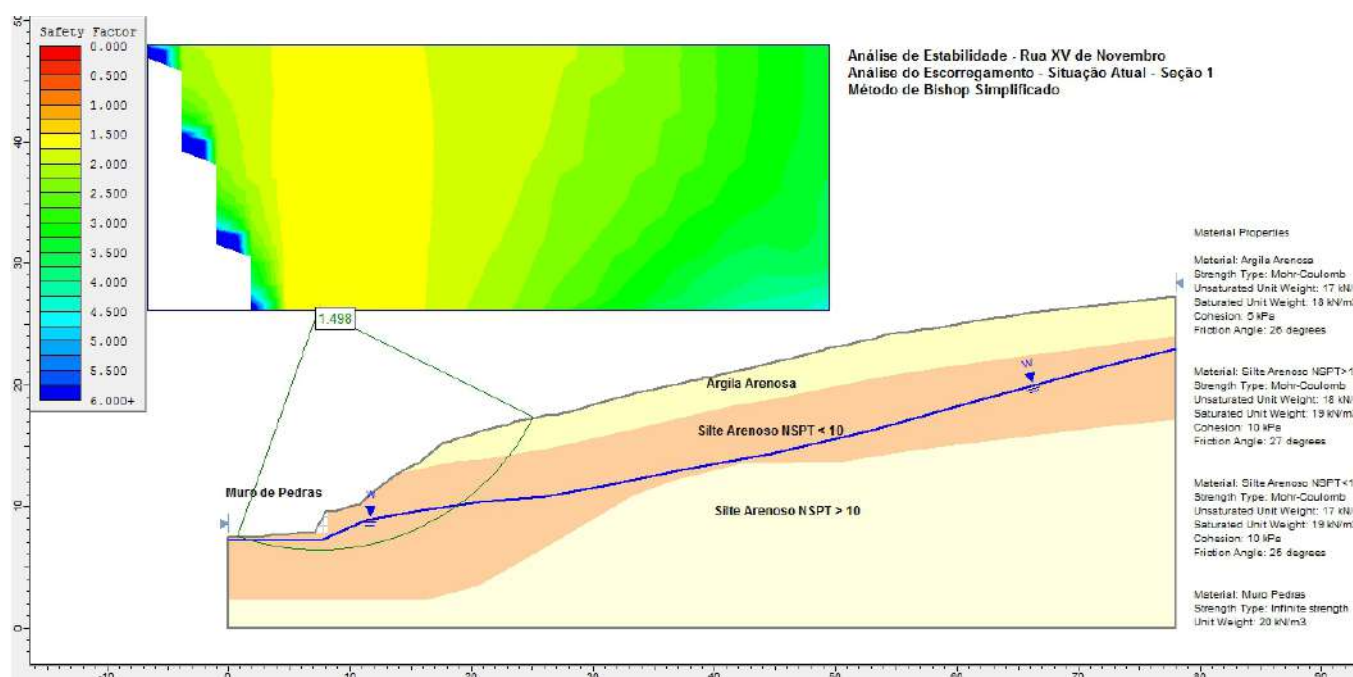


Figura 7.24 - Análise de Estabilidade - Seção 1 - Situação Atual - Talude Global

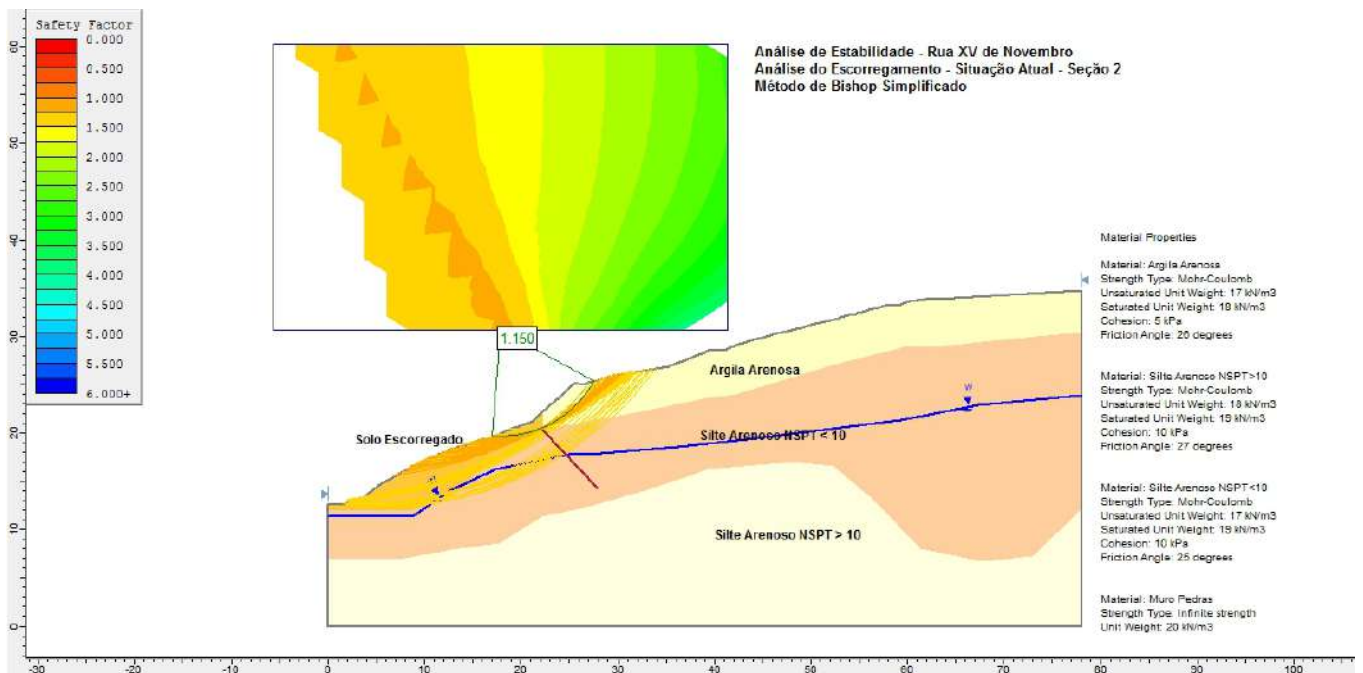


Figura 7.25 - Análise de Estabilidade - Seção 2 - Situação Atual - FS na Encosta.

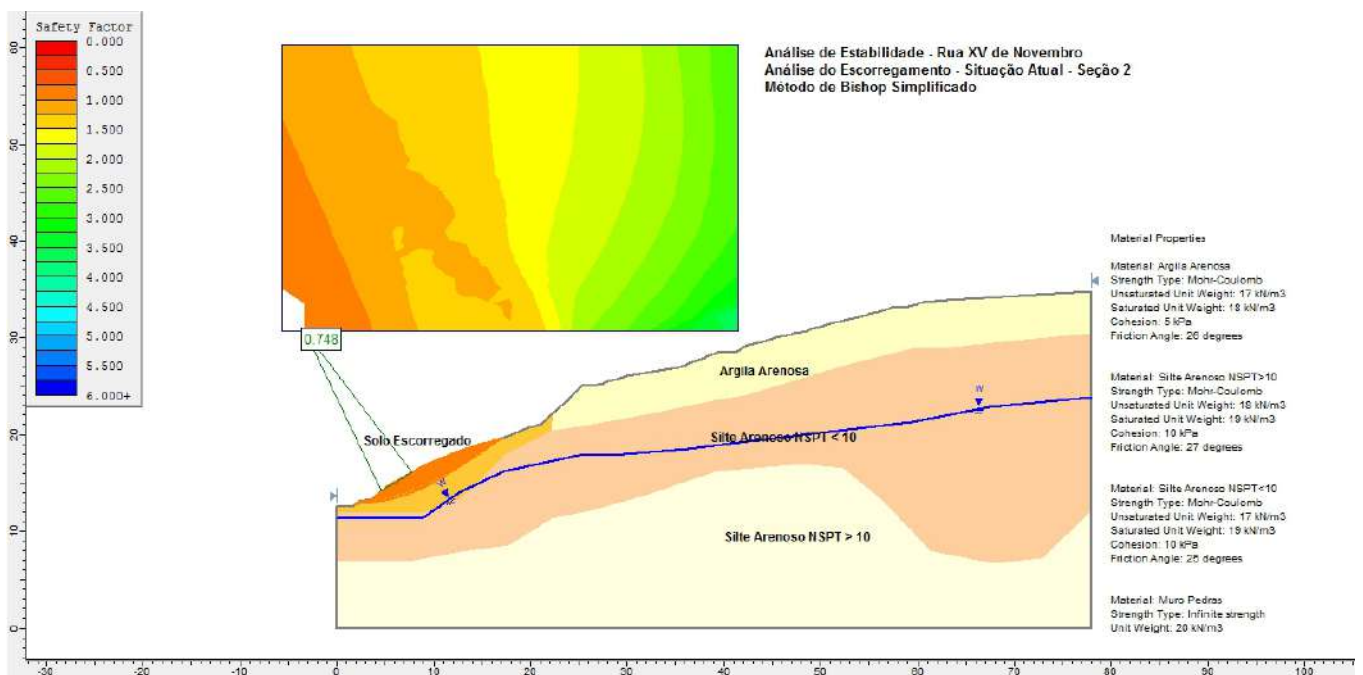


Figura 7.26 - Figura 36 - Análise de Estabilidade - Seção 2 - Situação Atual - FS no Solo Escorregado.

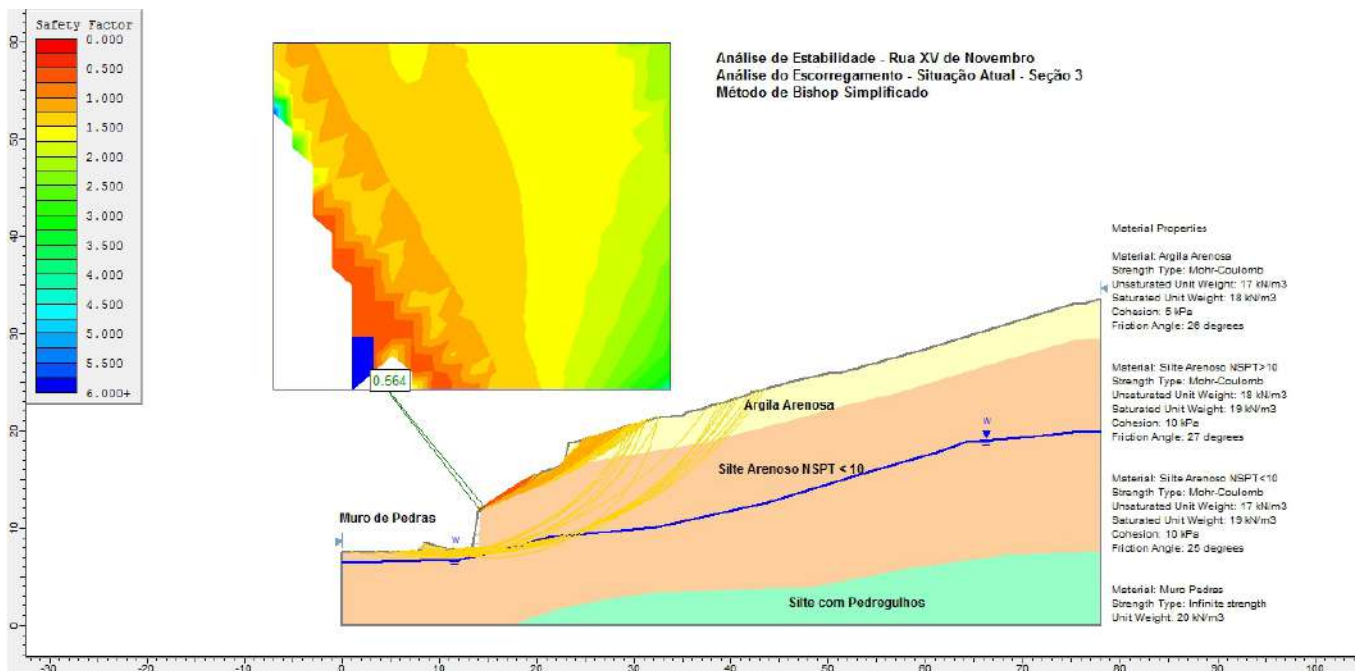


Figura 7.27 - Análise de Estabilidade - Seção 3 - Situação Atual

As análises de estabilidade mostraram, com base nos resultados preliminares, que os fatores de segurança encontram-se abaixo dos mínimos recomendados pela Norma NBR 11.682/2009.

De acordo com a Norma ABNT 11.682/2009 - Estabilidade de Taludes define-se os níveis de segurança necessários para este talude onde, para perdas de vidas humanas considera-se Alto Nível e contra danos materiais e ambientais considera-se de Baixo nível.

Desta forma, o **fator de segurança mínimo** da encosta deve ser de **1,40**. As medidas e obras de estabilização deverão atender a esta recomendação.

### 7.5.1 - Concepção

Com vistas a adequar o nível de segurança atual da encosta, faz-se necessário executar medidas de estabilização no talude, visando adequação ao mínimo recomendado. Com base na experiência da projetista, a alternativa de estabilização de melhor adequação é o retaludamento, inclusão de sistema de drenagem superficial e inclusão de drenos sub-horizontais profundos no escorregamento principal.

Desta forma, a Figura 7.28 apresenta a solução concebida para as Seções 1, 2 e 3.

A Tabela 7.15 apresenta o resumo dos fatores de segurança obtidos.

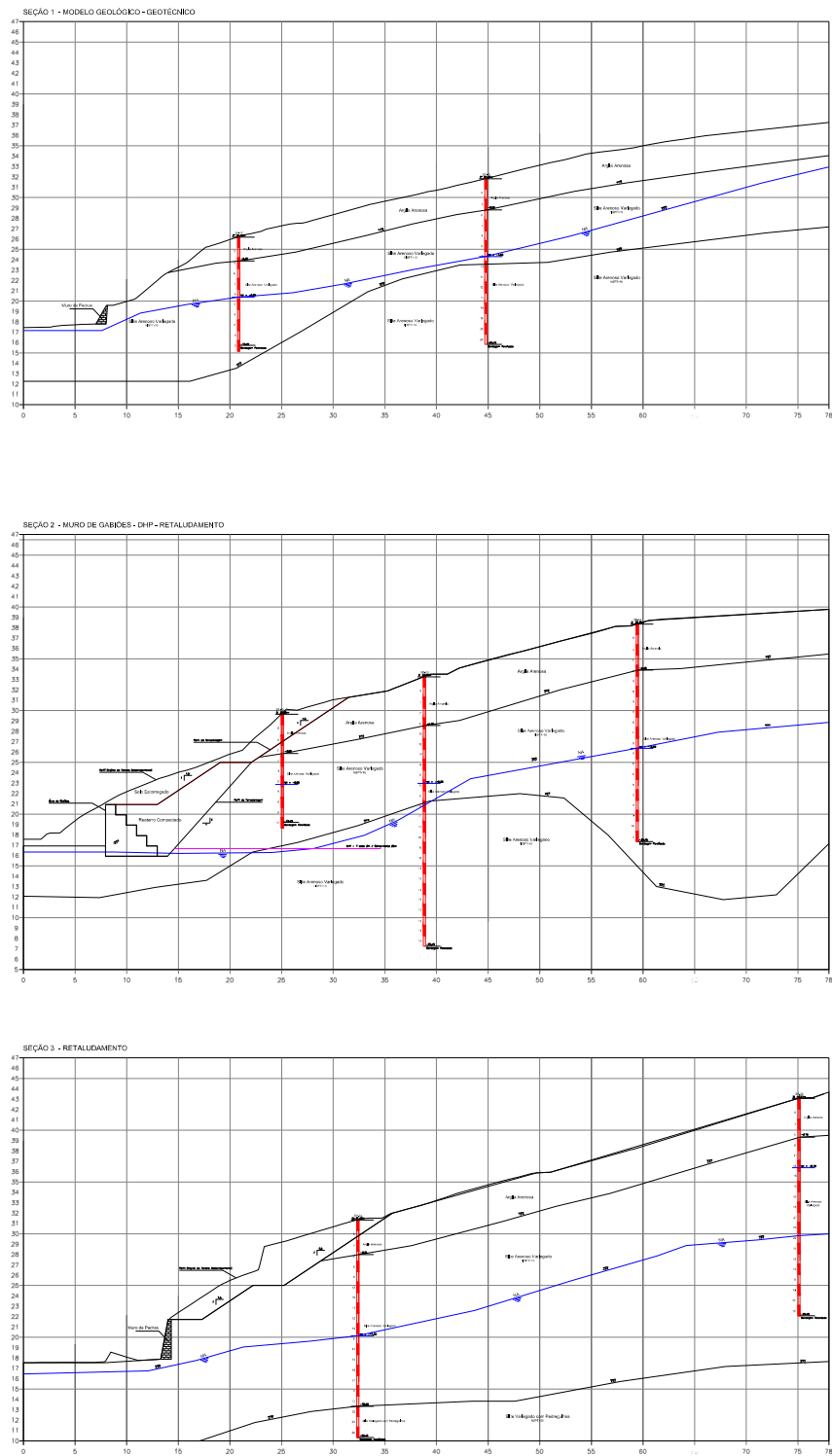


Figura 7.28 - Análise de Estabilidade - Seções 1,2 e 3 - Estabilização.

Tabela 7.15 - Resultados das Análises de Estabilidade.

SEÇÃO	RESULTADOS	
	FS	Figura
Seção 1 - Preventivo - DHP - Drenagem Superficial	1,49	-
Seção 2 - Gabião - DHP - Retaludamento	1,51	7.29
Seção 3 - Retaludamento	1,40	7.30

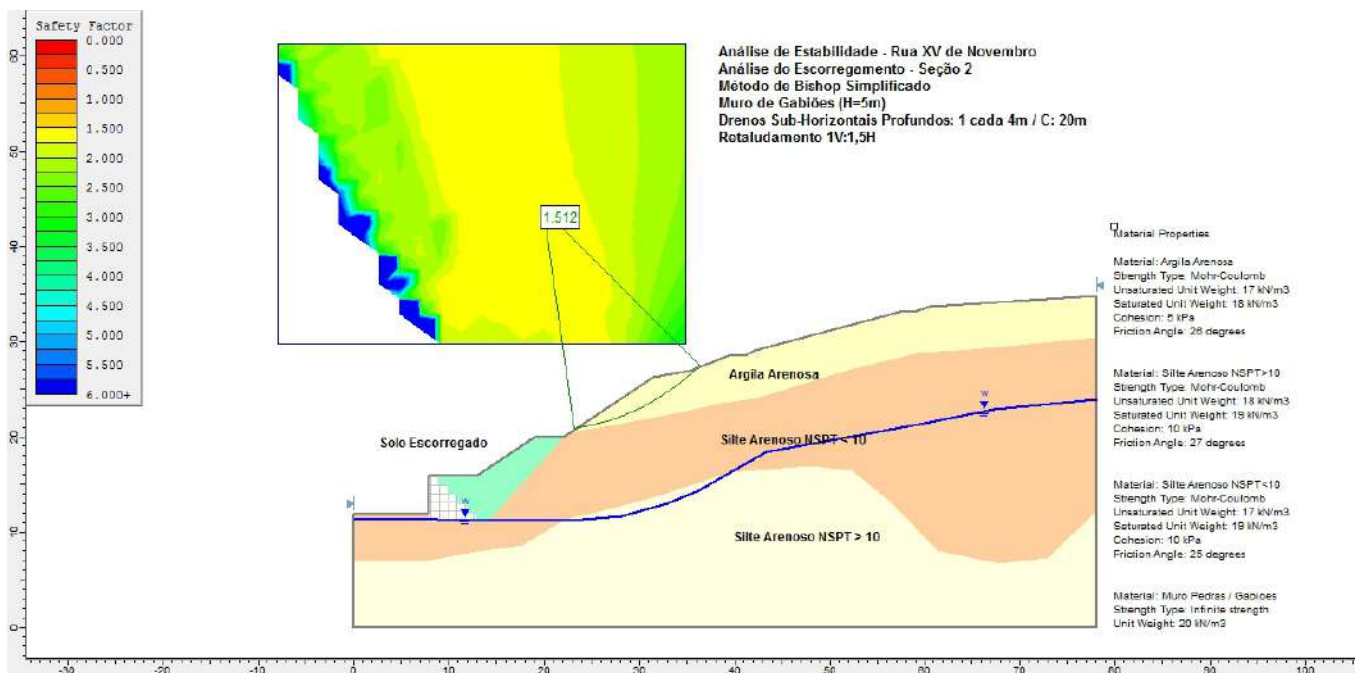


Figura 7.29 - Análise de Estabilidade - Seções 2 - Retaludamento - DHP e Muro.



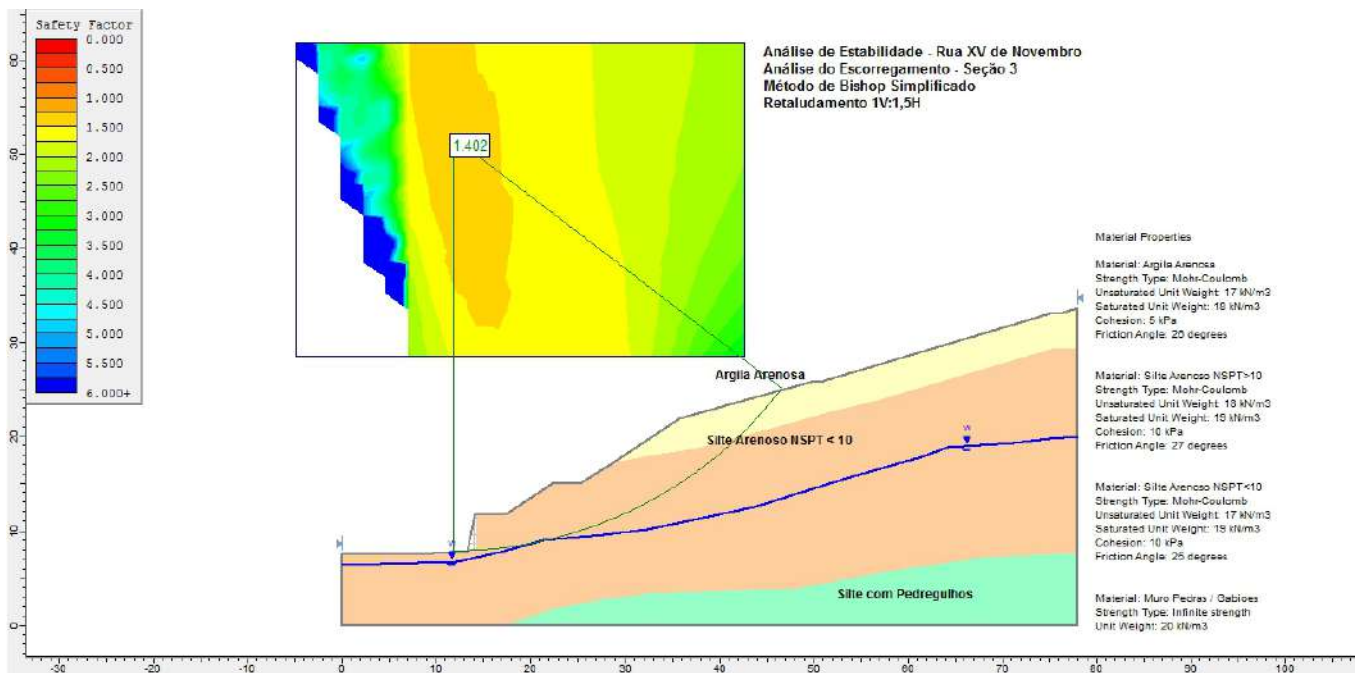


Figura 7.30 - Análise de Estabilidade - Seção 3 - Retaludamento.

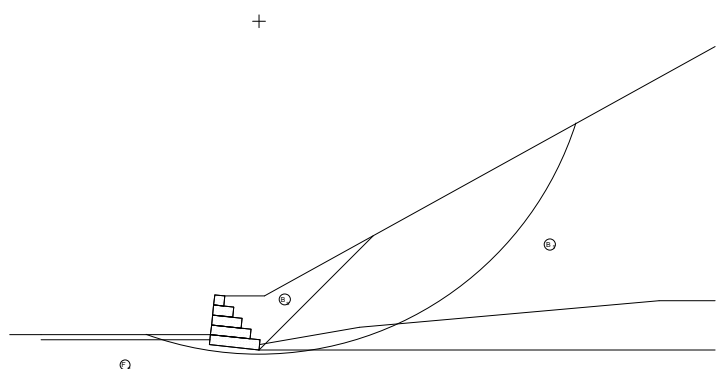
## **8.0 - ANEXOS**

### **8.3 - Anexo 3 - Memória de Cálculo do Muro de Gabiões - Rua XV de Novembro**

**DADOS DE ENTRADA****Dados sobre o muro**

Inclinação do muro : 6,00 graus  
 Peso específico da pedra : 22,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Porosidade dos gabiões : 30,00 %  
 Geotêxtil no terrapleno : Sim  
 Redução do atrito : 10,00 %  
 Geotêxtil sob a base : Sim  
 Redução do atrito : 10,00 %  
 Malha e diâm. do arame: 8x10, ø 2.7 mm CD

Camada	Compr. m	Altura m	Início m
1	5,00	1,00	-
2	4,00	1,00	0,00
3	3,00	1,00	0,00
4	2,00	1,00	0,00
5	1,00	1,00	0,00

**Dados sobre o terrapleno**

Inclinação do 1º trecho : 0,00 graus  
 Comprimento do 1º trecho : 4,00 m  
 Inclinação do 2º trecho : 29,00 graus  
 Peso específico do solo : 19,00 kN/m<sup>3</sup>  
 Ângulo de atrito do solo : 28,00 graus  
 Coesão do solo : 5,00 kN/m<sup>2</sup>

**Camadas Adicionais no Terrapleno**

Camada	Altura inicial m	Inclinação graus	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Coesão kN/m <sup>2</sup>	Ângulo de atrito graus
1	-1,00	45,00	18,00	5,00	26,00

**Dados sobre a fundação**

Altura da sup. superior	:	1,00 m
Comprimento inicial	:	20,00 m
Inclinação	:	0,00 graus
Peso específico do solo	:	19,00 kN/m <sup>3</sup>
Ângulo de atrito do solo	:	25,00 graus
Coesão do solo	:	10,00 kN/m <sup>2</sup>
Pressão adm. na fundação	:	kN/m <sup>2</sup>
Altura do nível d'água	:	0,50 m

**Camadas Adicionais na Fundação**

Camada	Prof. m	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Coesão kN/m <sup>2</sup>	Ângulo de atrito graus
--------	------------	--------------------------------------	-----------------------------	---------------------------

**Dados sobre a superfície freática**

Altura inicial	:	0,00 m
Inclinação do 1º trecho	:	10,00 graus
Comprimento do 1º trecho	:	10,00 m
Inclinação do 2º trecho	:	5,00 graus
Comprimento do 2º trecho	:	30,00 m

**Dados sobre as cargas**

Cargas distribuídas sobre o terrapleno			Primeiro trecho	:	kN/m²
			Segundo trecho	:	kN/m²
Cargas distribuídas sobre o muro			Carga	:	kN/m²
Linhas de carga sobre o terrapleno					
Carga 1	:	kN/m	Dist. ao topo do muro	:	m
Carga 2	:	kN/m	Dist. ao topo do muro	:	m
Carga 3	:	kN/m	Dist. ao topo do muro	:	m
Linha de carga sobre o muro					
Carga	:	kN/m	Dist. ao topo do muro	:	m

**Dados sobre as ações sísmicas**

Coeficiente horizontal	:	Coeficiente vertical	:
------------------------	---	----------------------	---



**RESULTADOS DAS ANÁLISES****Empuxos Ativo e Passivo**

Empuxo Ativo	:	214,09 kN/m
Ponto de apl. ref. ao eixo X	:	3,82 m
Ponto de apl. ref. ao eixo Y	:	1,27 m
Direção do empuxo ref. ao eixo X	:	57,86 graus
Empuxo Passivo	:	54,80 kN/m
Ponto de apl. ref. ao eixo X	:	0,05 m
Ponto de apl. ref. ao eixo Y	:	0,43 m
Direção do empuxo ref. ao eixo X	:	0,00 graus

**Deslizamento**

Força normal sob a base	:	406,14 kN/m
Ponto de apl. ref. ao eixo X	:	2,39 m
Ponto de apl. ref. ao eixo Y	:	-0,25 m
Força tangente sob a base	:	16,73 kN/m
Força resistente na base	:	254,76 kN/m

**Coef. de Segurança Contra o Deslizamento** : **2,95**

**Tombamento**

Momento Atuante	:	145,13 kN/m x m
Momento Resistente	:	1141,76 kN/m x m

**Coef. de Segurança Contra o Tombamento** : **7,87**

**Tensões Atuantes na Fundação**

Excentricidade	:	0,10 m
Tensão normal na borda externa	:	94,89 kN/m <sup>2</sup>
Tensão normal na borda interna	:	72,15 kN/m <sup>2</sup>
Tensão máx. admissível na fundação	:	225,81 kN/m <sup>2</sup>

---

 Programa licenciado para: MACCAFERRI WEB VERSION BRASIL
 

---

Projeto: Secao Conurb

Arquivo: Muro de Gabioes

Data: 10/03/2012

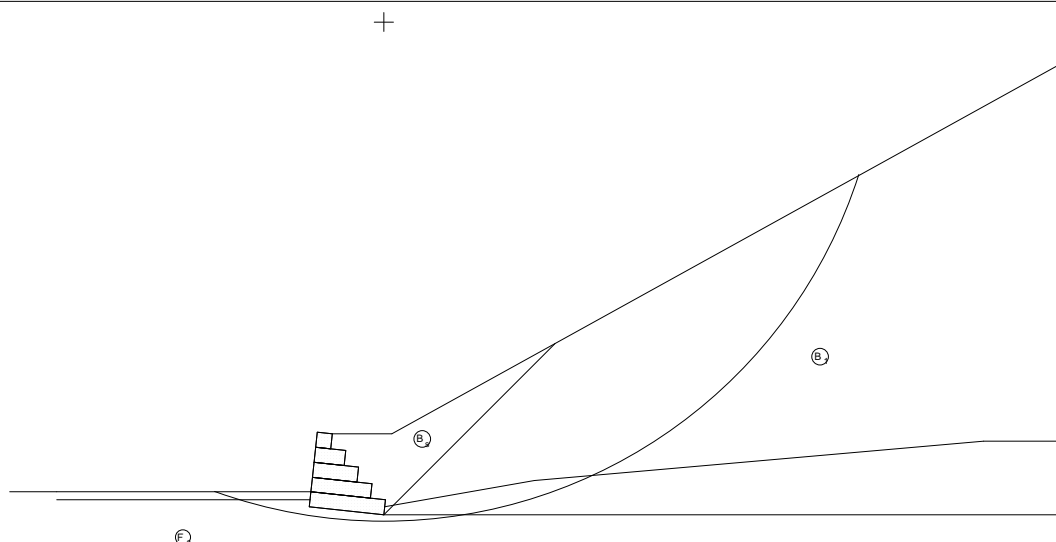
**Estabilidade Global**

Distância inicial à esquerda : m  
 Distância inicial à direita : m  
 Distância inicial abaixo da base : m  
 Máxima profundidade permitida no cálculo : m  
 Centro do arco ref. ao eixo X : 4,99 m  
 Centro do arco ref. ao eixo Y : 32,41 m  
 Raio do arco : 33,39 m  
 Número de superfícies pesquisadas : 89

**Coef. de Segurança Contra a Rup. Global : 1,33**

**Estabilidade Interna**

Camada	H m	N kN/m	T kN/m	M kN/m x m	$\tau$ Máx kN/m <sup>2</sup>	$\tau$ Adm. kN/m <sup>2</sup>	$\sigma$ Máx kN/m <sup>2</sup>	$\sigma$ Adm. kN/m <sup>2</sup>
1	4,29	243,82	31,97	448,09	7,99	53,96	66,34	475,79
2	3,19	134,09	15,80	184,61	5,27	44,85	48,69	
3	2,09	58,78	5,28	54,67	2,64	36,27	31,59	
4	0,99	15,61	-0,99	8,55	-0,99	28,55	14,25	

**DADOS SOBRE O SOLO**

Solo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ graus	Solo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ graus
B <sub>s</sub>	19,00	5,00	28,00	F <sub>s</sub>	19,00	10,00	25,00
B <sub>1</sub>	18,00	5,00	26,00				

**CARGAS**

Carga	Valor kN/m <sup>2</sup>	Carga	Valor kN/m

**VERIFICAÇÕES DE ESTABILIDADE**

Coef. de Seg. Deslizamento	2,95	Tensão na base (esquerda)	94,89kN/m <sup>2</sup>
Coef. de Seg. Tombamento	7,87	Tensão na base (direita)	72,15kN/m <sup>2</sup>
Coef. de Seg. Rup. Global	1,33	Máxima tensão admissível	225,81kN/m <sup>2</sup>