

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Geologia

**Estudo da Vulnerabilidade dos Solos na Bacia Hidrográfica  
do Ribeirão Claro - SP**

Felipe Pereira de Sisto

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Rio Claro (SP)

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Câmpus de Rio Claro

Felipe Pereira de Sisto

Estudo da Vulnerabilidade dos Solos na Bacia  
Hidrográfica do Ribeirão Claro - SP

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de Geociências e  
Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro,  
da Universidade Estadual Paulista Júlio  
de Mesquita Filho, para obtenção do grau  
de Geólogo.

Rio Claro - SP

2016

631.4 Sisto, Felipe Pereira de  
S623e       Estudo da vulnerabilidade dos solos na bacia hidrográfica  
do Ribeirão Claro - SP / Felipe Pereira de Sisto. - Rio Claro,  
2016  
57 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas + mapa

Trabalho de conclusão de curso (Geologia) -  
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e  
Ciências Exatas  
Orientador: Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

1. Solos (Agricultura). 2. Aquífero Rio Claro. 3. Ensaios  
geotécnicos. 4. Condutividade hidráulica. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

# Índice

<b>Lista de Figuras</b> .....	2
<b>Lista de Tabelas</b> .....	4
<b>Resumo e Abstract</b> .....	5
<b>1. Introdução</b> .....	7
1.1 Apresentação.....	7
1.2. Objetivos.....	8
1.3. Localização da Área.....	8
<b>2. Fundamentação Teórica</b> .....	10
2.1. Vulnerabilidade em aquíferos.....	10
2.2. Ensaio Geotécnicos.....	11
2.3. Contexto Geral da Bacia do Paraná.....	13
2.4. Contexto Geomorfológico do Estado de São Paulo.....	16
2.5. Estratigrafia da Bacia do Paraná na Área de Estudo.....	17
2.5.1. Formação Corumbataí.....	17
2.5.2. Formação Pirambóia.....	18
2.5.3. Formação Serra Geral.....	19
2.5.4. Formação Rio Claro.....	19
2.5.5. Depósitos Aluvionares.....	20
<b>3. Metodologia</b> .....	21
3.1. 1ª Etapa - Pesquisa Bibliográfica.....	21
3.2. 2ª Etapa - Organização da Base Cartográfica e do Mapa de Vulnerabilidade.....	21
3.3. 3ª Etapa - Trabalhos de Campo.....	23
3.3.1. Ensaio Geotécnicos <i>in situ</i> .....	24
3.3.2. Retirada de Amostras Deformadas e Indeformadas em Anéis.....	27
3.3.3. Retirada de Amostras Indeformadas em Cubo.....	28
3.4. 4ª Etapa - Ensaio Geotécnicos em Laboratório.....	30
3.4.1. Obtenção dos Índices Físicos.....	30
3.4.2. Ensaio de Sedimentação e Granulometria.....	32
3.4.3. Ensaio com Permeâmetro com Carga Variada.....	36
<b>4. Resultados e Discussões</b> .....	40
4.1. Trabalhos de Campo.....	40
4.2. Resultados dos Ensaio Geotécnicos em Laboratório.....	44
4.3. Mapa de Vulnerabilidade.....	51
<b>5. Conclusões</b> .....	53
<b>6. Referências Bibliográficas</b> .....	54
Anexos e Apêndices	
Anexo I - Mapa Geológico	
Apêndice I - Mapa de Uso e Ocupação dos Solos	
Apêndice II - Mapa de Vulnerabilidade	
Apêndice III - Fichas de Campo	
Apêndice IV - Planilhas dos Ensaio com o Permeâmetro de Guelph	
Apêndice V - Planilhas dos Ensaio de Índices Físicos	
Apêndice VI - Planilhas dos Ensaio de Granulometria e Sedimentação	
Apêndice VII - Planilhas dos Ensaio de Permeabilidade com Carga Variada	

## Lista de Figuras

Figura 1 - Figura de localização da área do trabalho.....	9
Figura 2 - Exemplos de curvas granulométricas para sua análise (Modificado de Reis, 2006).....	12
Figura 3 - Exemplo de como se obter as porcentagens de cada fração em uma curva granulométrica (Modificado de Reis, 2006).....	13
Figura 4 - Localização da Bacia do Paraná na América do Sul, em hachurado (Modificado de Schneider et al., 1974).....	14
Figura 5 - Lineamentos estruturais da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo (Modificado de Riccomini, 1995).....	15
Figura 6 - Divisão do relevo no Estado de São Paulo. (Fonte: Oliveira, R. C.).....	17
Figura 7 - Permeâmetro de Guelph montado, utilizado durante os trabalhos de campo.....	24
Figura 8 - Diferentes tipos de equipamentos acoplados ao trado para preparar o furo para o permeâmetro.....	25
Figura 9 - Fotografia mostrando o trado já fixado no solo, pronto para a sua retirada. Na sua parte inferior é possível observar o amostrador quase que totalmente cravado no solo.....	27
Figura 10 - Fotografia mostrando na parte de baixo da imagem um anel já preenchido com solo e outros dois ainda vazios, e na parte de cima o amostrador.....	28
Figura 11 - Fotografias mostrando o passo a passo da retirada de uma amostra indeformada em cubo. Em A o cubo está sendo esculpido no solo. Em B tem-se o cubo já dentro do molde. Em C o cubo é retirado do molde e está pronto para ser parafinado.....	29
Figura 12 - Béquer e cápsulas utilizados nos ensaios geotécnicos de laboratório.....	30
Figura 13 - Balão Volumétrico conectado à bomba para retirada de ar.....	31
Figura 14 - Fotografia da peneira 270 mesh utilizada nos ensaios.....	33
Figura 15 - Bateria de peneiras sobre a mesa vibratória.....	36
Figura 16 - Corpo de prova sendo preparado no torno de talhagem.....	37
Figura 17 - Em A tem-se o corpo de prova colocado dentro do permeâmetro, sobre uma camada de areia grossa. Em B a camada de parafina já está endurecida. Em C, camada de bentonita. E por fim, em D a camada final de brita.....	39
Figura 18 - Perfis de solo da Formação Rio Claro. As fotografias são correspondentes aos pontos P2 em A, P3 em B, P4 em C, P6 em D e P10 em E.....	42
Figura 19 - Solo da Formação Serra Geral em A, no ponto P1. Em B, solo da Formação Pirambóia (P5), e em C, solo da Formação Corumbataí, no ponto P8.....	43

Figura 20 - Curva Granulométrica da amostra P1, referente ao solo de diabásio correlato à Formação Serra Geral.....	46
Figura 21 - Curva Granulométrica da amostra P5, referente ao solo da Formação Pirambóia.....	47
Figura 22 - Curva Granulométrica das amostras P8 e P9, referentes aos solos da Formação Corumbataí.....	48
Figura 23 - Curvas granulométricas das amostras P2, P3, P4, P6, P7 e P11, referentes aos solos da Formação Rio Claro.....	49
Figura 24 - Curvas granulométricas das amostras P10, P12, P13, P14 e P15, referentes aos solos da Formação Rio Claro.....	50

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Quadro relacionando o peso das classes de vulnerabilidade com a unidade geológica relacionada.....	22
Tabela 2 - Quadro relacionando o peso das classes de vulnerabilidade com o uso e ocupação do solo na área.....	22
Tabela 3 - Identificação e diâmetro das peneiras utilizadas.....	35
Tabela 4 - Tabela relacionando as unidades geológicas e seus valores de condutividade hidráulica.....	41
Tabela 5 - Tabela relacionando os valores de índices físicos com valores de condutividade hidráulica em amostras de solo da Formação Rio Claro.....	44

## RESUMO

Devido ao fato de o Aquífero Rio Claro ser um aquífero livre e de estar relativamente próximo da superfície, ele se torna vulnerável à infiltração de contaminantes das mais variadas fontes, como agrotóxicos e fertilizantes, e também os relacionados às atividades humanas, como vazamentos de tubulações, descarte de lixo e outras substâncias produto das atividades industriais e de mineração. O presente trabalho visa um estudo sobre a vulnerabilidade dos solos na porção norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro, englobando quase todo o município. Como produto principal do trabalho foi gerado um mapa de vulnerabilidade, que correlaciona a geologia e o uso e ocupação do solo na área. Além disso foram realizados trabalhos de campo, onde foram feitos ensaios geotécnicos *in situ* com o Permeâmetro de Guelph e também se realizou a coleta de amostras deformadas e indeformadas de solos pertencentes a todas as unidades geológicas presentes na área do trabalho, para a realização de ensaios geotécnicos para obtenção dos índices físicos, da granulometria e sedimentação e também de permeabilidade com carga variada. Com os resultados obtidos foi possível observar uma heterogeneidade nos valores de condutividade hidráulica nos solos da Formação Rio Claro, reflexo de sua composição também variada. A vulnerabilidade aqui obtida, foi em geral, alta para toda a área do aquífero.

### **Palavras chave:**

Vulnerabilidade; Aquífero Rio Claro; Ensaios Geotécnicos; Condutividade Hidráulica

## ABSTRACT

Because it is an unconfined aquifer and is relatively close to the surface, it becomes an easy target for infiltration of contaminants of various sources, such as pesticides and fertilizers, and also those related to human activities like leaking pipes, waste disposal and other substances from industrial activities and mining. The present work aims to study about the vulnerability of the soils on the north section of the Ribeirão Claro hydrographic basin, which covers almost the entire city of Rio Claro. A vulnerability map was created as the major product of this work, relating the geology and the use and occupation of the soil, in the area. Furthermore, fieldworks were conducted, in which *in situ* geotechnical testing was performed using the Guelph Permeameter, and deformed and undeformed soil samples were collected from all geological formations of the area, in order to perform laboratory geotechnical testing, to obtain the materials physical parameters, its grain size and sedimentation rate, and also its



permeability based on the varied load method. With the obtained results, it can be concluded that the hydraulic conductivity of the Rio Claro Formation's soils is heterogenous, a reflex of it's composition. The vulnerability for the aquifer area obtained in this work, is in general, high.

**Key words:**

Vulnerability; Rio Claro Aquifer; Geotechnical Testing; Hydraulic Conductivity

# **1. Introdução**

## **1.1. Apresentação**

Para a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS) aquífero é qualquer formação geológica, no subsolo, que permite o armazenamento de água em seus poros ou fraturas. Outra definição leva em conta que o aquífero é um material geológico, que além de permitir o armazenamento, também deve ter a capacidade de transmitir a água armazenada (ABAS, 2015).

Dois tipos principais de aquíferos são definidos, o confinado e o livre. Aquíferos confinados são aqueles onde camadas impermeáveis limitam a rocha permeável, onde o aquífero se encontra, resultando em uma pressão hidrostática superior à atmosférica (CPRM, 2015). Já os aquíferos livres, também chamados de aquíferos freáticos, são limitados em sua base por uma camada impermeável, mas são aflorantes em toda sua extensão, por estarem associados a uma formação geológica superficial (ABAS, 2015). Por estarem em contato direto com a atmosfera, a pressão hidrostática nos aquíferos livres é igual a atmosférica.

Em aquíferos livres, a recarga sempre ocorre de maneira direta (ABAS, 2015), ou seja, a água é adicionada por percolação direta e vertical na zona insaturada, atingindo o aquífero (VRIES & SIMMERS, 2002).

Os aquíferos no entanto podem ser facilmente afetados por contaminantes. Os fatores que levam a isso são o tipo e volume desta fonte contaminante e a vulnerabilidade intrínseca do aquífero, e que no caso de aquíferos livres, se torna um problema ainda maior.

Os solos sobre o Aquífero Rio Claro, utilizado pela população e pela indústria na região do município de Rio Claro, no Estado de São Paulo (CHANG et al. 2010), são o alvo deste trabalho. O aquífero está associado à Formação Rio Claro, ocorrendo por uma grande extensão, abaixo de onde o município se localiza, fato este que pode acarretar em diversos problemas de contaminação nas águas subterrâneas, desde os ligados à fontes relacionadas ao esgoto e resíduos sólidos produzido pela população, quando ligados às atividades industriais. É de extrema importância então, que as áreas de mananciais sejam preservadas e estudos que visam a localização de áreas mais susceptíveis a contaminações ou fontes já existentes, sejam realizados, pois qualquer problema na qualidade da água do aquífero será refletido diretamente na saúde da população, e é neste contexto que o presente trabalho se insere,

apresentando um estudo sobre a vulnerabilidade superficial do perfil de alteração da Formação Rio Claro.

Estudos de vulnerabilidade já foram realizados na área, como o feito por Zanetti (2012) que correlacionou parâmetros ou indicadores hidrogeológicos através dos métodos GOD e DRASTIC, além de métodos geofísicos, definindo áreas mais susceptíveis a contaminantes. Apesar de possuírem objetivos semelhantes, o presente trabalho, visa um estudo em uma área menor

Rollo (2012) se utilizou de métodos estatísticos para simular o tempo necessário que uma pluma contaminante levaria para penetrar no Aquífero Rio Claro, até atingir o Ribeirão Claro. Para isso, o autor fez estudos de permeabilidade com alto detalhe em malha de 5x5m, que posteriormente foram tratados em *softwares* estatísticos.

## **1.2. Objetivos**

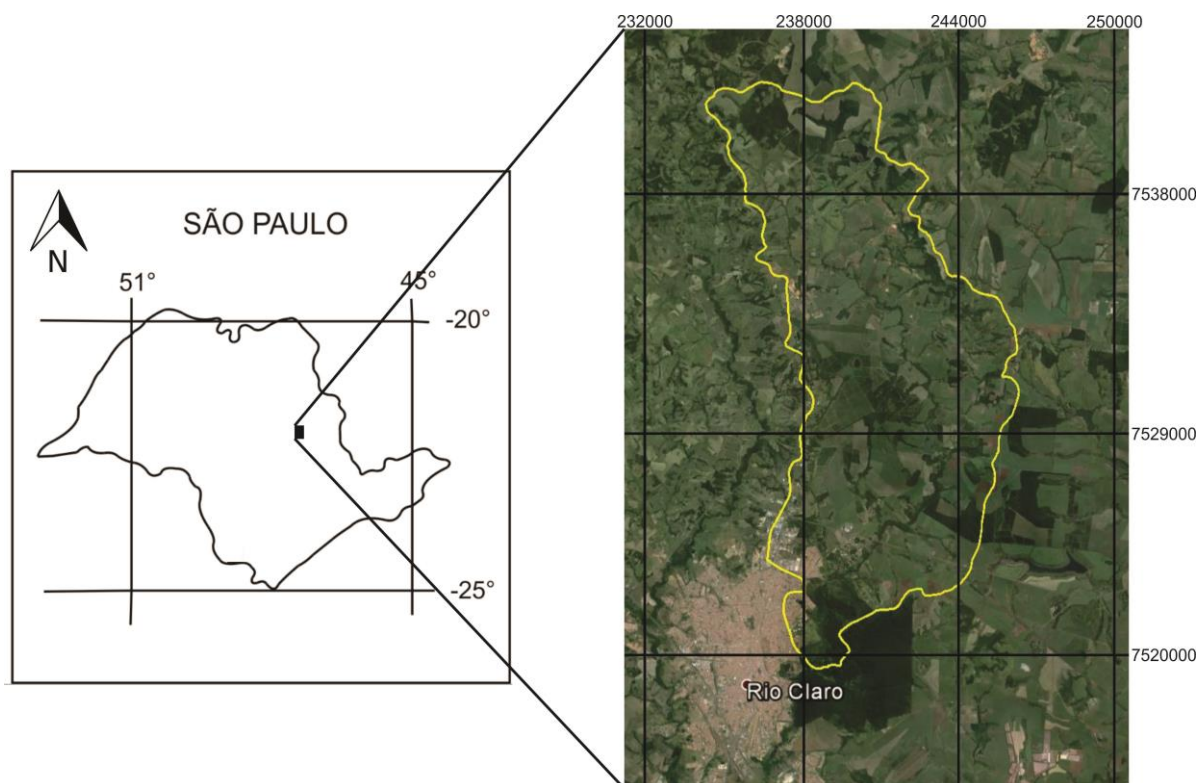
O principal objetivo do presente trabalho de conclusão de curso é estudar a vulnerabilidade das camadas superficiais dos solos na porção norte da sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro, por meio da realização de ensaios geotécnicos em campo e laboratoriais.

Como produto deste trabalho de conclusão de curso foi elaborado um mapa de vulnerabilidade da área de estudo, na escala 1:50.000, resultado da integração do uso e ocupação do solo e das unidades geológicas.

## **1.3. Localização da Área**

A área de estudo compreende parte das Folhas Rio Claro (SF-23-M-I-4), Corumbataí (SF-23-Y-A-I-2) e Araras (SF-23-M-II-3), mais precisamente a porção centro-norte da sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro, de sua nascente até a Captação da Estação de Tratamento de Água I (ETA I) do município de Rio Claro, Estado de São Paulo (Figura 1). É uma das cinco sub-bacias que formam a Bacia do Rio Corumbataí, que por sua vez é uma sub-bacia para o Rio Piracicaba (CEAPLA, 2015).

Figura 1 - Figura de localização da área do trabalho.



## **2. Fundamentação Teórica**

### **2.1. Vulnerabilidade em aquíferos**

Para Mimi e Assi (2009) e Bartolomeu (2012) estudos sobre vulnerabilidade de recursos hídricos estão inseridos dentro do contexto da análise de risco, visto que esta não apenas analisa a probabilidade do evento em si, mas também suas consequências resultantes.

A vulnerabilidade em aquíferos, de acordo com Braga (2008) pode ser entendida como um conjunto de características que regulam o quanto o aquífero poderá ser afetado. Para o autor, essas características são: o tipo, a profundidade do nível d'água e as características das camadas acima do aquífero. Deste modo, um aquífero livre é mais susceptível a contaminações, pois além de possuir o nível d'água geralmente mais próximo a superfície, este tipo de aquífero muitas vezes está em contado direto com a fonte de contaminantes, ou pelo menos a rocha a que se encontra associado está.

Foster e Hirata (1998) abordam o tema de maneira semelhante. Para os autores, a vulnerabilidade de águas subterrâneas é definida como a probabilidade do aquífero de ser contaminado por carga poluente, sendo que esta pode ser determinada pela facilidade da zona não saturada à penetração de contaminantes e a capacidade de dispersão e degradação da camada acima da zona saturada.

No Brasil, segundo Bartolomeu (2012) e Zanetti (2012) os métodos GOD e DRASTIC são os mais comuns na análise de risco em águas subterrâneas. Em ambos os métodos são aplicados valores à parâmetros físicos do meio a ser estudado.

No caso do método DRASTIC é feita uma somatória ponderada dos valores aplicados à parâmetros como: a profundidade do aquífero, sua recarga anual, a litologia a que este se encontra associada e o tipo de solo, a morfologia do terreno, a condutividade hidráulica e a influência da zona não saturada (BARTOLOMEU, 2012).

Já no método GOD, que segundo Zanetti (2012) foi definido em 1988 por Foster e Hirata, analisa apenas os parâmetros relacionados ao grau de confinamento do aquífero e sua profundidade, e as características das camadas sobrepostas a este.

## 2.2. Ensaio Geotécnicos

A realização de ensaios geotécnicos, tanto *in situ* como em laboratório, tem como propósito a obtenção de parâmetros físicos e de características do material a ser estudado. De acordo com Nogueira et al. (1981) a confiabilidade destes ensaios depende da qualidade e da representatividade das amostras retiradas, tomando os cuidados necessários durante sua coleta. As amostras de solo podem ser classificadas em dois tipos, referentes à sua metodologia de retirada, as indeformadas e as deformadas.

Amostras indeformadas são aquelas que mantêm características do solo em que foram retiradas, como sua umidade, textura, contituição mineralógica, densidade, dentre outras. Para isso devem ser retiradas de maneiras específicas, como amostradores, sem perturbar a estrutura do material, além de que devem ser mantidas em ambiente fechado, evitando perdas de umidade. São utilizadas em ensaios que visam obter características do solo em sua forma original, mas que não podem ser realizados *in situ*, tais como permeabilidade com carga variada, resistência a cisalhamento, índices físicos, dentre outros.

As amostras deformadas, por sua vez, são utilizadas em ensaios que não necessitam que sejam mantidas as características citadas, como ensaios de granulometria e sedimentação.

Dentre os ensaios geotécnicos em laboratório realizados, os ensaios de índices físicos são essenciais pois possuem como finalidade a caracterização do solo no mesmo estado em que este se encontrava antes de sua retirada (Nogueira et al., 1981), devido a isso é realizado com amostras indeformadas. Com esses ensaios se obtêm índices como a massa específica do solo e dos sólidos (a última realizada em ensaio à parte) presentes neste, bem como o teor de umidade. A partir daí, pode-se obter, através de correlações, o índice de vazios, porosidade e grau de saturação.

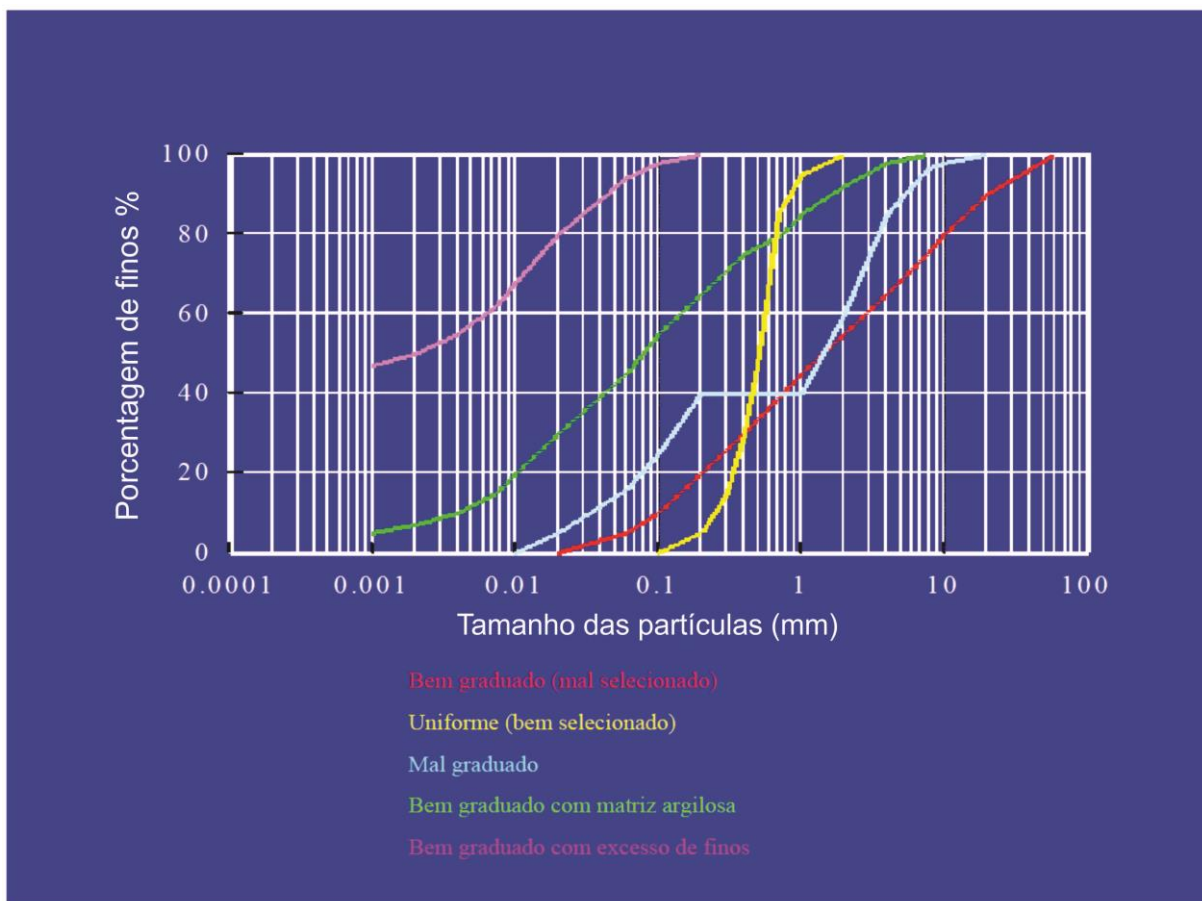
Os ensaios de granulometria e sedimentação, como já discutidos, são realizados com amostras deformadas, e visam obter a curva granulométrica do material. O peneiramento é realizado para a porção grossa da amostra (areia), enquanto que a sedimentação é realizada para a argila e silte, representantes da porção fina (Nogueira et al., 1981).

As curvas granulométricas foram os resultados finais dos ensaios geotécnicos em laboratório. Essas curvas são dispostas sobre um gráfico que correlaciona o diâmetro das partículas, disposto no eixo horizontal, que varia de 0,001 mm a até 10000 mm, indo portanto desde a

fração de argila até a de pedregulho, como disposto na escala colocada abaixo de cada curva. No eixo vertical, do lado esquerdo, está a porcentagem, indo de 0 a 100% de material que passa na peneira de 270 mesh, que separa o material fino (argila e silte) do grosso (areia), e de maneira inversa, do lado direito do gráfico, está a porcentagem do material que é retido nesta mesma peneira.

Algumas características do solo podem ser inferidas ao se analisar uma curva granulométrica, como por exemplo se ele é bem ou mal selecionado, o que está ligado à largura em que a curva se apresenta, já que curvas mais largas mostram que o solo possui uma maior variedade granulométrica, que solos com curvas mais estreitas. Além disso, linhas contínuas, sem quebras horizontais, mostram que a porcentagem de cada fração granulométrica varia, e não é a mesma para determinado intervalo de granulometria, como mostrado na Figura 2.

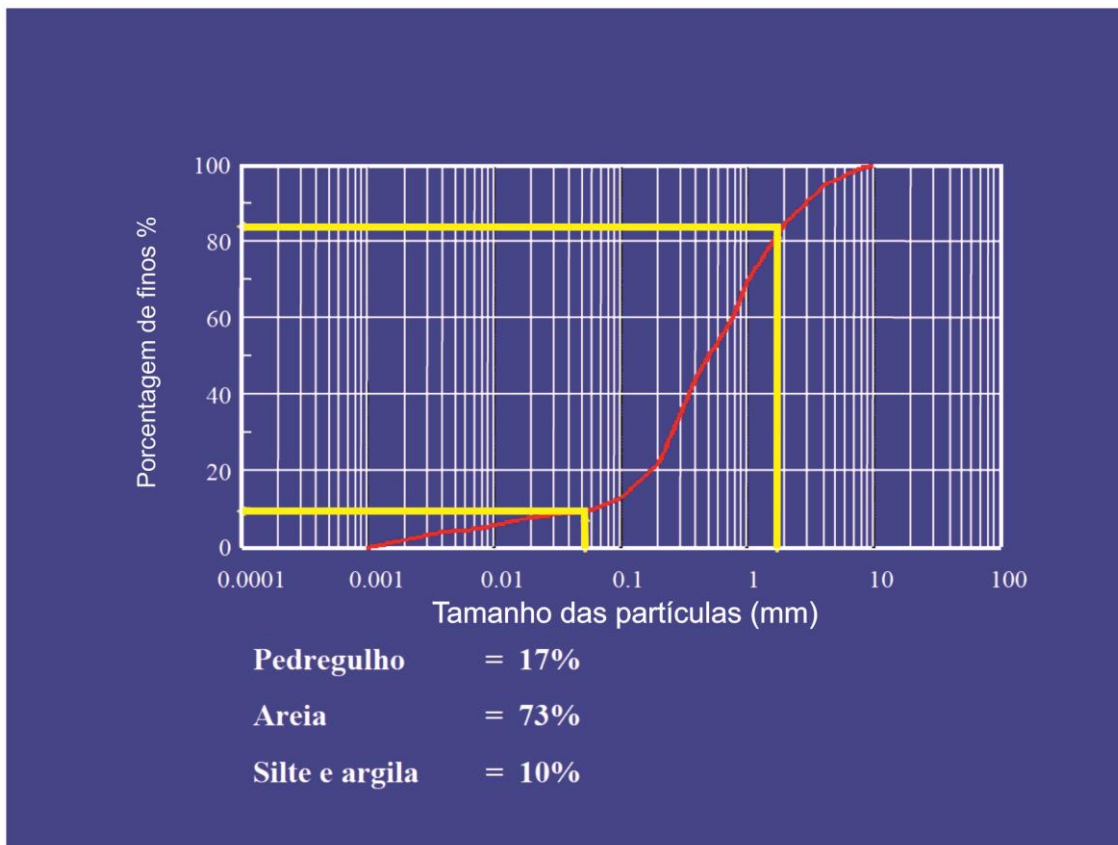
Figura 2 - Exemplos de curvas granulométricas para sua análise (Modificado de Reis, 2006).



A porcentagem de cada fração granulométrica é também facilmente obtida através das curvas, apenas projetando uma linha entre os limites das frações até a curva, e depois a projetando novamente no eixo vertical, onde estão as porcentagens dos finos (argila e silte), desse modo

para se obter as porcentagens de areia e de pedregulhos se subtrai o valor de 100%, como no exemplo da Figura 3.

Figura 3 - Exemplo de como se obter as porcentagens de cada fração em uma curva granulométrica (Modificado de Reis, 2006).



Quanto aos ensaios realizados *in situ*, o Permeâmetro de Guelph apresenta uma fácil utilização e por apresentar resultados imediatos e confiáveis na medição da condutividade ( $k$ ) de um solo. Para a utilização do equipamento, deve-se escolher primeiramente um local para a montagem do aparelho, que ficará sobre um furo realizado a trado, com no mínimo 30 centímetros de profundidade (CELLIGOI et al., 2008)a.

### 2.3. Contexto Geral da Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná compreende uma ampla bacia intracratônica localizada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, além de partes do Paraguai, Argentina e Uruguai. De acordo com Milani et al. (2007), a bacia possui uma área de aproximadamente 1.700.000 km<sup>2</sup>, sendo que destes, 1.000.000 está em território brasileiro (SCHNEIDER et al., 1974). Como mostrado na Figura 4.



Figura 4 - Localização da Bacia do Paraná na América do Sul, em hachurado. (Modificado de Schneider et al., 1974).

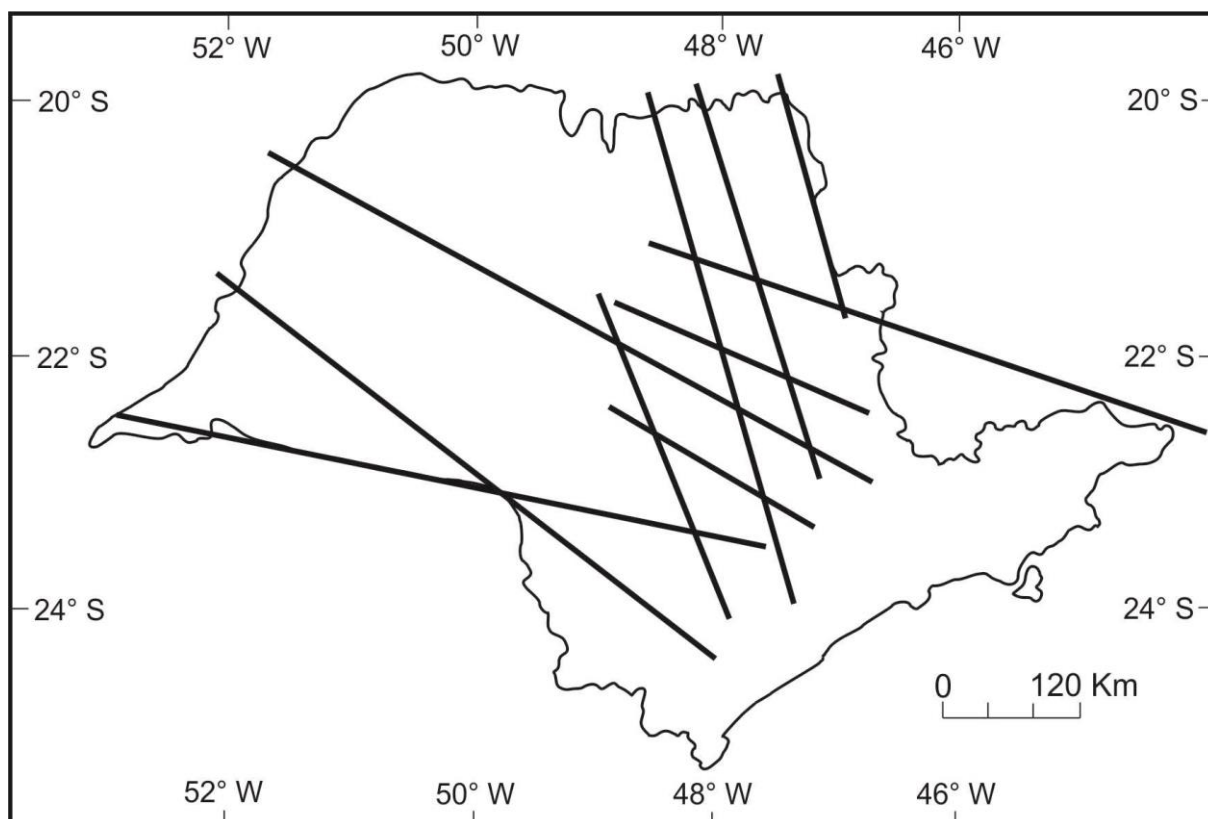


Quanto a sua forma, a Bacia do Paraná apresenta um formato grosseiramente ovalado, de eixo maior N-S, sendo limitada por limites erosivos. Possui uma espessura que chega a quase 7 quilômetros e seu embasamento é representado pelo Cráton Paranapanema ou Paraná (HASUI, 2012), que se apresenta totalmente encoberto pelos sedimentos.

O surgimento da Bacia se deu aos diversos episódios orogênicos ocorridos no fanerozóico na margem sudoeste do Gondwana. Para Milani (1997) a subsidência da região teria sido causada por uma flexura litosférica por sobrecarga tectônica que se propagou a partir da parte ocidental do paleocontinente. Zálán et al. (1990) atribuíram a formação da sinéclise a contrações térmicas devido a fenômenos tectônicos. Já para Fulfaro et al. (1982) a bacia foi precedida por aulacógenos com direção NE-SW.

Para Zalán et al. (1987) a Bacia do Paraná é marcada por grandes lineamentos estruturais, com direções principais E-W, NW-SE e NE-SW, que são reflexos de estruturas do embasamento que foram reativadas, durante o tempo de deposição da bacia. No Estado de São Paulo esses lineamentos estão dispostos como mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Lineamentos estruturais da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo (Modificado de Riccomini, 1995).



De acordo com Siqueira (2011) as estruturas com direções NW-SE e NE-SW corresponderiam a falhamentos simples ou a zonas de falhas, que associadas a estas estariam também associadas dobras, estruturas em flor, falhas normais e inversas. Estruturas regionais, como o Arco de Ponta Grossa está associado à falhamentos com direção NW-SE (SIQUEIRA, 2011).

A Formação Serra Geral teria se aproveitado destes falhamentos para a ascensão e alojamento de seus diques e soleiras (ALMEIDA, 1969).

Lineamentos de direção NE, apesar de terem ficado inativos durante o Cretáceo, registram movimentos transcorrentes. (ZALÁN et al., 1987).

Outras estruturas comuns na Bacia do Paraná são os Altos Estruturais, formadas por reativações de falhamentos transcorrentes, e que são transmitidos para as coberturas sedimentares. (ZALÁN et al., 1987).

## **2.4. Contexto Geomorfológico do Estado de São Paulo**

De acordo com Almeida (1964) o Estado de São Paulo, de um modo geral, pode ser descrito como um amplo planalto que desce em direção ao interior, sendo que a leste existe uma planície litorânea separada do resto do estado por uma escarpa, chamada de Serra do Mar. O Estado pode ser dividido em cinco grandes províncias geomorfológicas: Planalto Atlântico, Província Costeira, Depressão Periférica, Cuestas Basálticas e o Planalto Ocidental.

A Província Costeira possui largura variada por todo estado, podendo chegar a até 60 quilômetros (ALMEIDA, 1964). Com exceção de alguns maciços isolados, essa província está sobre depósitos sedimentares marinhos relativamente novos.

De acordo com Almeida (1964) o Planalto Atlântico é formado geralmente por serras, e possui os chamados mares de morros como feição mais marcante. Sua morfologia é reflexo das rochas cristalinas da Província Mantiqueira.

A Depressão Periférica Paulista é localizada no leste do estado e compreende a área onde a grande maioria das rochas sedimentares da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo são encontradas, o que explica, de certo modo, o formato rebaixado desta área, que em média fica a 200 metros abaixo do Planalto Ocidental, visto que os litotipos são menos resistentes ao intemperismo, em comparação às rochas cristalinas do Planalto Atlântico (ALMEIDA, 1964).

Marcando a divisão clara entre a Depressão Periférica Paulista e o Planalto Ocidental, estão as Cuestas Basálticas, formadas pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral, que pelo contraste de resistência aos processos erosivos, formou esta distinta topografia, muito presente por todo o Estado de São Paulo.

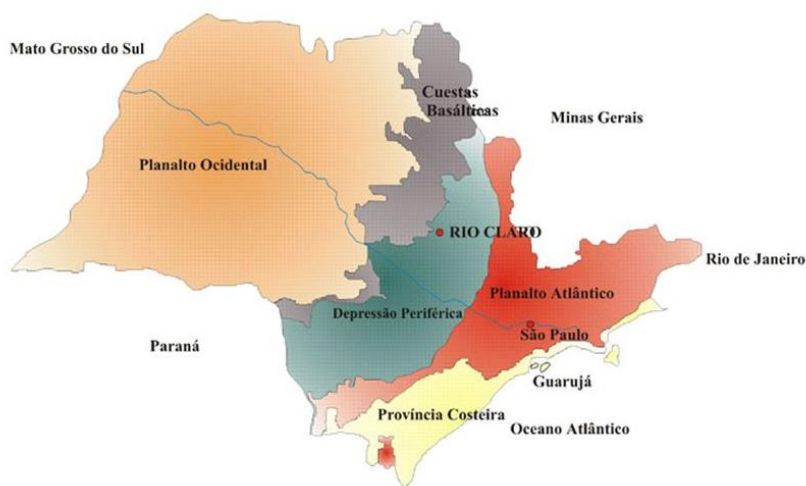
O Planalto Ocidental é a maior província geomorfológica de São Paulo, tendo como arcabouço a Formação Serra Geral, e rochas sedimentares, como a Formação Botucatu e o Grupo Bauru; é marcada pela queda na topografia em direção ao interior, chegando a uma diferença na topografia de 400 metros (ALMEIDA, 1964).

A área de Rio Claro e as cidades ao redor abrange uma subdivisão da Depressão Periférica Paulista, chamada de Depressão do Tietê-Mogi Guaçu, ficando entre os Patamares Cuestiformes e Patamares Cristalinos (ALMEIDA, 1964). São relevos tabulares e com bordas

convexas, dominados por Colinas Médias e Morrotes Alongados Paralelos, de acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo do IPT (1981).

A Figura 6 mostra essa divisão, no Estado de São Paulo.

Figura 6 - Divisão do relevo no Estado de São Paulo. (Fonte: Oliveira, R. C.)



## 2.5. Estratigrafia da Bacia do Paraná na Área de Estudo

Na área de estudo afloram os seguintes grupos e formações geológicas, organizadas da mais antiga para a mais nova: Formação Corumbataí, Formação Pirambóia, Formação Serra Geral e Formação Rio Claro (Anexo I). A seguir, é feita uma descrição sucinta sobre essas formações.

### 2.5.1. Formação Corumbataí

A Formação Corumbataí é a unidade superior do Grupo Passa Dois no Estado de São Paulo. Foi nomeada assim pelo nome do rio que atravessa sua seção tipo localizada no Vale do Rio Comrumbataí (SALVADOR & SIMONE, 2010). É formada por litotipos de granulação fina, principalmente por siltitos roxos e marrom-avermelhados podendo se intercalar com arenitos muito finos amarelos, calcarenitos e espessas camadas lamíticas. Em menor escala são observadas rochas carbonáticas, como coquinas, e alguns silixitos na parte superior (BERTINI & BRITO, 1981; SCHNEIDER et al, 1974; ZAINÉ, 1994).

As características da parte inferior da formação indicam deposição em ambiente marinho de águas gradativamente mais rasas, em condições redutoras. A porção superior teve sua

deposição em águas rasas, em condições oxidantes e sob influência de marés, com frequentes avanços progradacionais de sedimentação litorânea (ZAINE, 1994).

Os fósseis presentes na formação são principalmente de bivalves, mas também existem ostracodes, peixes, restos vegetais e palinórfos, sendo estes últimos, alvos de datações que dão como resultado idades do Permiano Superior (DAEMON & QUADROS, 1970; SALVADOR & SIMONE, 2010).

### **2.5.2. Formação Pirambóia**

Junto à Formação Pirambóia, as Formações Botucatu e Serra Geral formam o Grupo São Bento. Sendo a unidade mais antiga do grupo, com idade Triássica é uma das formações com maior área aflorante no Estado de São Paulo, com larguras que passam dos 50km e espessuras com até 300m. De acordo com Zaine (1994), a sedimentação da Formação Pirambóia é exclusivamente continental, de clima árido a semi-árido, o que se estende também para todo o Grupo São Bento.

Seus litotipos são representados basicamente por espessas camadas de arenitos amarelados, esbranquiçados e avermelhados, com granulometria variante entre fina e média, mostrando estratificações cruzadas oriundas de deposição em dunas. Existem intercalações de siltitos e argilitos e localmente níveis conglomeráticos.

A deposição predominante na formação é dada por sistemas fluviais com alguma influência eólica, que cresce em direção ao topo, mostrando paleoambiente cada vez mais árido (BRIGHETTI, 1994).

A interpretação de Dias (2006) é semelhante, para o autor a deposição da Formação Pirambóia ocorreu em lençóis de areia eólicos que foram sucedidos pela formação de dunas e interdunas em intervalos que podem ser subdivididos de acordo com a diferença da espessura dos sets.

Fósseis de conchostráceos e ostracodes são encontrados nesta formação, porém são pouco abundantes, o que não permite uma definição segura da idade para essa formação (MEZZALIRA, 1989; ASSINE et al., 2004).

### **2.5.3. Formação Serra Geral**

A Formação Serra Geral é a unidade mais nova do Grupo São Bento, possuindo idades aproximadas de 133 Ma (RENNE et al, 1992), portanto do Cretáceo Inferior. É formada por rochas vulcânicas, compostas principalmente por derrames espessos de basaltos toleíticos cinza-escuros a pretos, com amígdalas nos topos destes derrames (ZAINE, 1994). Há ainda a presença marcante de soleiras e diques de diabásio, que se intrudiram principalmente através de falhamentos e juntas em outras formações da Bacia do Paraná. Existem também arenitos entre os derrames de basalto (ZAINE, 1994; CORDANI & VANDOROS, 1967).

As rochas vulcânicas chegaram à superfície através de condutos em diques e soleiras resultantes de um vulcanismo fissural, durante a Reativação Wealdeniana na Bacia do Paraná (ALMEIDA, 1967). Há grande desenvolvimento de juntas verticais e horizontais.

Essa formação possui grande importância na formação do relevo do Estado de São Paulo pois formam as cuestas, onde a maioria desta formação aflora.

Sua espessura, de acordo com Zaine (1994) é variável, chegando a mais de 1500 metros.

Vale notar que a Formação Serra Geral não aflora na área de estudo, apenas diques e soleiras correlatas a esta.

### **2.5.4. Formação Rio Claro**

Os depósitos de idade cenozóica presentes no Estado de São Paulo, podem ocorrer em diferentes formas, desde depósitos aluvionares, preenchendo vales de rios mais abertos a manchas isoladas e pequenas ou até a pequenas bacias, como a de São Paulo e Taubaté (ZAINE, 1994). A Formação Rio Claro, que terá foco aqui por ser expressiva na área de trabalho, é um destes depósitos.

De acordo com Zaine (1994), a Formação Rio Claro está presente em uma faixa de aproximadamente 10 km de largura e 30 km de extensão com direção NE-SW, que vai desde o Ribeirão Claro a sudeste (com algumas poucas exceções) e a noroeste, pela Formação Pirambóia. A sua espessura a Formação Rio Claro fica entre 25 e 30 m.

O nível do lençol freático, também chamado de aquífero Rio Claro, e que ajuda a abastecer a cidade de Rio Claro, fica na base da formação, em um contato discordante com a Formação Corumbataí (ZAINE, 1994). Apesar de em grande parte de sua área de afloramento a

Formação Rio Claro estar sobre a Corumbataí, em alguns lugares mais altos topograficamente ela se encontra sobre a Formação Pirambóia. Em alguns poucas localidades, a formação pode estar sobre os corpos de diabásio da Formação Serra Geral.

Zaine (1994) e Etchebehere et al. (2006) descrevem os litotipos da Formação Rio Claro como sendo predominantemente arenitos mal consolidados de coloração esbranquiçada, amarelada e rósea de origem fluvial, intercalando com camadas argilosas de formadas em planície de inundação e níveis conglomeráticos, principalmente nas porções mais inferiores da unidade.

#### **2.5.5. Depósitos Aluvionares**

Os depósitos aluvionares, na área de estudo, estão associados ao leito e às margens do Ribeirão Claro e alguns de seus principais rios tributários. São depósitos mal selecionados e mal consolidados de areia, cascalho e argila e que são intensamente retrabalhados devido a ação do rio e depositados quando a energia deste diminui, em tempos de pouca estiagem.

### **3. Metodologia**

#### **3.1. 1ª Etapa - Pesquisa Bibliográfica**

Nesta etapa inicial, teve-se como finalidade o levantamento de bibliografia relacionada à temática abordada do trabalho.

Primeiramente foi realizado um levantamento sobre trabalhos anteriores na região de Rio Claro e sobre o Aquífero Rio Claro, além de bibliografia relacionada à metodologia semelhante à empregada neste trabalho.

Para isso, foram feitas buscas de teses, dissertações e trabalhos acadêmicos em bancos de dados bibliográficos de universidades, como UNESP, USP, UNICAMP, entre outras; e também em sites especializados, para obtenção de artigos, ou relatórios técnicos nacionais e internacionais.

#### **3.2. 2ª Etapa - Organização da Base Cartográfica e do Mapa de Vulnerabilidade**

Na segunda etapa foi organizada a base cartográfica na escala 1:50.000, a partir das cartas topográficas de Leme, Rio Claro, Corumbataí e Araras, utilizando-se do *software ArcGis® 10.1* para a confecção de um mapa geológico e topográfico da área de interesse, também na escala 1:50.000. Neste mapa foram delimitados os limites da área urbana de Rio Claro e Ajapi e a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro, até a Estação de Tratamento de Água (ETA 1).

Em seguida, com base nos mapas realizados por ZAINÉ (1994) e o Instituto Geológico (1983) e através do *software ArcGis® 10.1*, foi criado um mapa geológico da área de trabalho (Apêndice I).

Um mapa de uso e ocupação dos solos também foi confeccionado (Apêndice II), utilizando-se de imagens de satélite obtidas com o *software Google Earth Pro 7.1*. As seguintes classes de uso foram definidas para a área: Cultura Perene, Cultura Sazonal, Mineração, Área Industrial, Área Residencial, Mata Nativa, Campo Sujo, Pastagem e Lagoa/Represa.

Para o mapa de vulnerabilidade (Apêndice III), foram utilizados os mapas de uso e ocupação dos solos e o mapa geológico. Primeiramente converteu-se no *ArcGis® 10.1* os dois mapas citados para o formato *raster*, com a utilização da ferramenta *Polygon to Raster*. Se usou então outra ferramenta presente no *software*, chamada *Reclassify* que altera os valores presentes nos arquivos *raster*, valores estes que representam as diferentes formações



geológicas e classes de uso, respectivamente nos mapas geológicos e de uso e ocupação dos solos. A cada valor, ou seja a cada formação geológica ou classe de uso foi atribuído um peso relacionado a sua vulnerabilidade a contaminantes, que variaram entre o peso 1, para baixa vulnerabilidade a até o peso 4, para uma vulnerabilidade muito alta. As Tabelas 1 e 2, respectivamente, mostram a relação entre a vulnerabilidade superficial e as formações geológicas e classes de uso de solo que foram adotadas para a confecção do mapa de vulnerabilidade.

Tabela 1 - Quadro relacionando o peso das classes de vulnerabilidade com a unidade geológica relacionada.

<b>Peso das classes em relação à sua vulnerabilidade</b>	<b>Unidade Geológica</b>
1 - Baixa	Corumbataí
2 - Média	Serra Geral
3 - Alta	Rio Claro; Pirambóia
4 - Muito Alta	Depósitos aluvionares

Tabela 2 - Quadro relacionando o peso das classes de vulnerabilidade com o uso e ocupação do solo na área.

<b>Peso das classes em relação à sua vulnerabilidade</b>	<b>Uso e ocupação do solo</b>
1 - Baixa	Campo Sujo; Mata Nativa
2 - Média	Pastagem
3 - Alta	Cultura Perene; Cultura Sazonal; Lagoa/Represa; Área Residencial
4 - Muito Alta	Mineração; Área Industrial

Os critérios utilizados para definir a vulnerabilidade a cada unidade geológica estão ligados principalmente à sua permeabilidade, reflexo da composição de suas rochas, e que foi obtida inicialmente através de dados bibliográficos. A Formação Corumbataí, por exemplo, é composta basicamente por argilitos e siltitos, litotipos que devido à granulometria pequena e baixa porosidade entre os grãos, dificultam a passagem de fluidos, tendo portanto, baixa permeabilidade. Seguindo esta lógica, as formações Rio Claro e Pirambóia foram definidas como de alta vulnerabilidade, por apresentarem uma permeabilidade muito maior em

comparação à Formação Corumbataí, por serem formadas em sua maioria por arenitos, o que também reflete em um solo mais arenoso. Os depósitos aluvionares, por serem formados por material inconsolidado foi definido como possuindo alta vulnerabilidade. Por fim foi atribuída vulnerabilidade média para os diabásios da área, por formar solos argilosos e de baixa permeabilidade, mas ao mesmo tempo possuir fraturas que permitem a percolação de fluidos.

Em relação ao uso e ocupação dos solos, o fator principal utilizado para definir a vulnerabilidade de certa área foi a interferência humana, ou seja, a retirada de vegetação nativa e plantio de vegetação que pouco protege o solo e a possível presença de contaminantes. O grau baixo de vulnerabilidade foi dadas as áreas de Mata Nativa e de Campo Sujo (vegetação herbácea e/ou arbustiva de pequeno porte e espaçada entre si), por não possuírem intervenção humana. As áreas de Pastagem, por utilizarem pouco ou nenhum agrotóxico, foram definidas como de média vulnerabilidade, apesar da retirada da vegetação nativa. Áreas de Plantação Perene e Sazonal foram definidas como de alta vulnerabilidade pelo uso em maior ou menor grau, de agrotóxicos. As áreas Residenciais e de Lagoa/Represa, por apresentarem atividade humana intensa, além de despejos de lixo e vazamentos também foram definidas como possuindo alta vulnerabilidade. Mineração e Áreas Industriais, por comumente utilizarem substâncias altamente contaminantes ao meio, foram definidas como áreas de vulnerabilidade muito alta.

Obteve-se então como produto um mapa de vulnerabilidade para as formações geológicas e outro para as classes de uso do solo. Com a ferramenta *Weighted Overlay* foi possível sobrepor estes dois mapas, colocando pesos de 50% para cada um, resultando em um mapa de vulnerabilidade que correlaciona as informações presentes nos dois mapas utilizados.

A confecção dos mapas geológico, de uso e ocupação dos solos e principalmente o de vulnerabilidade tiveram o intuito de definir, dentro da área de estudo, áreas mais interessantes para a realização dos trabalhos de campo, que serão detalhados a seguir.

### **3.3. 3ª Etapa – Trabalhos de Campo**

Durante os trabalhos de campo realizados foram feitos 15 pontos, onde se executou ensaios de permeabilidades *in situ* utilizando-se do Permeâmetro de Guelph, em 13 destes, sendo que nos pontos 9 e 15, por serem cortes de estrada, não possibilitaram a realização do ensaio. No entanto pode-se realizar nestes mesmos pontos a retirada de amostra indeformada em cubo, para a realização do ensaio de permeabilidade com carga variada. Em todos os pontos, que

estão plotados nos Mapas Geológico (Apêndice I), de Uso e Ocupação (Apêndice II) e de Vulnerabilidade (Apêndice III), se retirou amostras deformadas de solo para os ensaios geotécnicos em laboratório.

O intuito das visitas a campo foi a realização de ensaios de permeabilidade *in situ* se utilizando do Permeâmetro de Guelph e de coleta de material para posterior análise em laboratório, além de uma descrição dos solos encontrados em cada localidade.

Buscou-se também realizar visitas em pontos nas diversas formações geológicas presentes na área, visando assim uma caracterização geral de parâmetros físicos de seus respectivos solos, além de áreas possivelmente mais vulneráveis a contaminantes, de acordo com o mapas de vulnerabilidade, de uso e ocupação e geológico, que foram devidamente anotados em fichas de campo (Apêndice IV).

### 3.3.1. Ensaios Geotécnicos *in situ*

Para a realização dos ensaios com o Permeâmetro de Guelph neste trabalho (Figura 7) os furos utilizados para os ensaios tiveram uma profundidade de aproximadamente 70 cm, tendo sido primeiramente feitos com a ajuda de trado manual, seguido pela utilização de uma escova, para limpar algum material solto que eventualmente tenha ficado nas paredes do furo (Figura 8). Por fim, um trado com base plana foi utilizado para aplainar a base do furo, ajudando na utilização do permeâmetro.

Figura 7 - Permeâmetro de Guelph montado, utilizado durante os trabalhos de campo.



Figura 8 - Diferentes tipos de equipamentos acoplados ao trado para preparar o furo para o permeâmetro.



O permeâmetro montado é colocado dentro do furo e estabilizado com a ajuda de um tripé presente no próprio equipamento. A seguir é colocada água dentro dos reservatórios até que estes estejam quase em seus volumes máximos e o equipamento é fechado, evitando a entrada de ar e da pressão atmosférica, que faria com que a água fosse forçada para dentro do solo, antes do necessário. Em seguida deve-se escolher, através de uma válvula, quais reservatórios serão utilizados. Na posição X, os dois reservatórios serão abertos ao mesmo tempo e permitirão a passagem de água para o solo, que é comumente mais utilizada. A outra posição da válvula, chamada de Y, é utilizada quando o solo é pouco permeável e dificulta a percolação de água. Nela apenas o reservatório interior, com área de  $2,15 \text{ cm}^2$  é utilizado, pois em comparação com o reservatório exterior, de  $35,22 \text{ cm}^2$ , o primeiro possibilita marcações mais precisas e mais rápidas, por possuir um volume de água consideravelmente maior.

Com tudo isso pronto, pode-se agora abrir o permeâmetro através de uma haste localizada em seu topo. A valor que essa haste é levantada reflete na pressão a que a água dos reservatórios é submetida, quanto mais ela é levantada maior é essa pressão, e é por isso que para se obter uma melhor medida de condutividade hidráulica a haste é colocada em duas posições distintas. Primeiramente ela é erguida 5 centímetros e é neste momento que o permeâmetro começará a funcionar, pois a água que sairá dos reservatórios e irá infiltrar no solo começara a

formar uma espécie de bulbo, que terá um tamanho variável em relação ao material presente. Demora certo tempo, também variável, para que a infiltração de água e a formação deste bulbo se estabilizem e é a partir deste momento que se começa as medições com o permeâmetro.

Primeiramente é definido um intervalo de tempo regular em que essas medidas serão realizadas, que irá variar de acordo com a permeabilidade do meio. Durante os trabalhos de campo esses intervalos foram de 0,5 minutos, para solos muito permeáveis, indo para 1 e até 2 minutos no caso de solos menos permeáveis. Com este intervalo definido são feitas medidas, olhando-se uma marcação em centímetros presente no permeâmetro, que é anotada, junto ao tempo acumulado e a variação do nível d'água entre a medida atual e a anterior, bem como um valor chamado de R1, que é a variação do nível d'água dentro do reservatório por minuto. As medições acabam quando estas se estabilizam após três medidas iguais, e o valor de R1, para estas medidas é anotado e será utilizado mais a frente.

Depois de todas as medidas com a haste erguida 5 centímetros forem realizadas, o mesmo processo se inicia novamente, mas agora com ela erguida 10 centímetros, o que causará uma maior pressão no reservatório, e valores de condutividade hidráulica maiores. O valor da divisão da variação da água no reservatório por minuto, obtido ao final é aqui chamado de R2. Com a finalização destas medições, o ensaio com o Permeâmetro de Guelph se encerra.

A fórmula a seguir é utilizada para se obter o valor do coeficiente de condutividade hidráulica, chamado de K:

$$K = [(0,0041) (X) (R_2) - (0,0054) (X) (R_1)] \quad (1)$$

$$K = [(0,0041) (Y) (R_2) - (0,0054) (Y) (R_1)] \quad (2)$$

Onde:

K – Condutividade hidráulica, em cm/s;

R<sub>1</sub> e R<sub>2</sub> – Taxas de infiltração estabilizadas correspondentes a H1 (X cm) e H2 (Y cm) respectivamente, em cm/s;

X e Y – Constantes correspondentes a área do tubo (reservatório d'água) utilizado, em cm<sup>2</sup>.

Nota-se que o valor de  $K$  é dado em centímetros por segundo, então é necessário dividir os valores de  $R_1$  e  $R_2$  obtidos por 60, antes de colocá-los na fórmula. Outro ponto a se destacar são os valores de  $X$  e  $Y$  que nada mais são que as áreas dos reservatórios, já comentadas, que são respectivamente de 35,22 e 2,15  $\text{cm}^2$ , e é por isso que tem-se duas fórmulas, já que qual se vai utilizar depende da posição da válvula do permeâmetro, ou seja, dos reservatórios utilizados nas medições.

### 3.3.2. Retirada de Amostras Deformadas e Indeformadas em Anéis

Depois dos ensaios com o Permeâmetro de Guelph, foram retiradas amostras indeformadas e deformadas em todos os pontos visitados durante os trabalhos de campo.

Para a retirada das amostras indeformadas foi utilizado um trado com um amostrador, onde se é acoplado um anel de aço inoxidável com aproximadamente 5,1 centímetros de altura por 5 centímetros de diâmetro. O trado com o amostrador é colocado junto ao solo e que devido a batidas com um martelo e movimentos circulares fica cravado no solo até ser totalmente coberto, como mostrado na Figura 9. Isso é feito para que o anel no seu interior fique totalmente preenchido com solo.

Figura 9 - Fotografia mostrando o trado já fixado no solo, pronto para a sua retirada. Na sua parte inferior é possível observar o amostrador quase que totalmente cravado no solo.



Este tipo de amostragem dificilmente deforma o material no interior do anel, mas deve-se tomar cuidado na retirada deste do amostrador pois algum material pode cair para fora do anel, o que acontece em mais frequência quando o solo a ser amostrado é mais argiloso. É por esse motivo que recomenda-se cravar o trado com o amostrador no solo até que o amostrador esteja quase cheio, evitando-se assim que mesmo que alguma quantidade caia na hora da retirada do anel, isso não venha a afetar a amostragem. Em cada ponto visitado foram retirados três anéis. A Figura 10 mostra um exemplo dos três anéis utilizados e a amostrador que é posteriormente acoplado ao trado.

Figura 10 - Fotografia mostrando na parte de baixo da imagem um anel já preenchido com solo e outros dois ainda vazios, enquanto que na parte de cima o amostrador.



Os anéis retirados foram então colocados em sacos plásticos com aproximadamente 500 gramas de solo, para que não perdessem umidade. Este mesmo solo foi utilizado nos ensaios que não necessitavam de amostras indeformadas.

### **3.3.3. Retirada de Amostras Indeformadas em Cubo**

As amostras indeformadas em forma de cubo, não puderam ser obtidas em todos os pontos realizados, pois para sua retirada isso é necessário um corte de estrada ou barranco de tamanhos adequados.

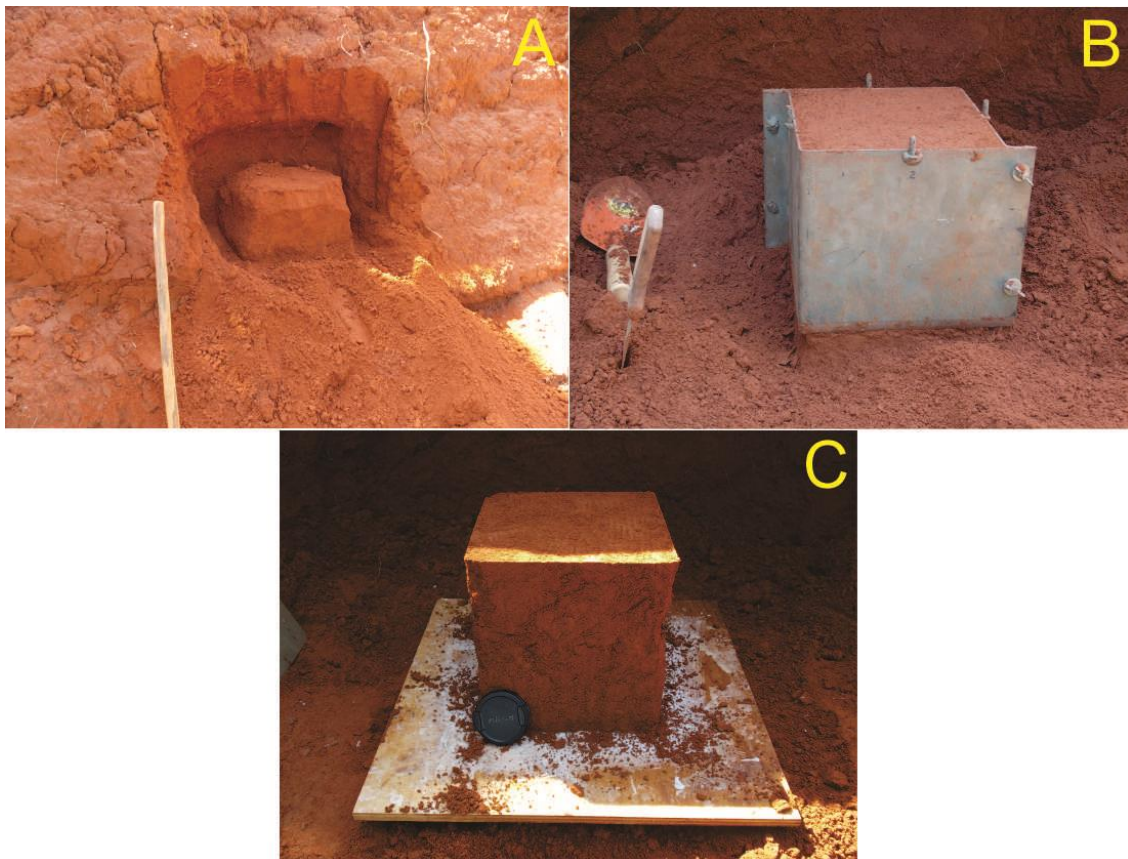
Para a retirada da amostra indeformada em forma de cubo, se começa escavando e esculpindo no afloramento uma forma que se assemelha a um cubo, com dimensões parecidas com o molde de metal em que o cubo será colocado.

O molde, que possui uma de suas faces abertas, é colocado sobre o solo e este é pressionado para baixo a medida que se retira o solo nas dimensões certas do molde até este ser totalmente preenchido pelo solo. Corta-se então a base do molde e esta é aplainada.

A parte aberta do molde com o cubo de solo em seu interior é colocado sobre uma base de madeira com parafina derretida. O molde, formado por chapas de metal, é então aberto e suas laterais e o topo são todos cobertos por parafina, até se forma uma camada que isole totalmente o cubo do exterior. Isso é feito para que o cubo de solo mantenha sua umidade original.

O passo a passo descrito acima é ilustrado na Figura 11.

Figura 11 - Fotografias mostrando o passo a passo da retirada de uma amostra indeformada em cubo. Em A o cubo está sendo esculpido no solo. Em B tem-se o cubo já dentro do molde. Em C o cubo é retirado do molde e está pronto para ser parafinado.





### 3.4. 4º Etapa – Ensaio Geotécnicos em Laboratório

#### 3.4.1. Obtenção dos Índices Físicos

Os ensaios para obtenção dos índices físicos dos solos coletados seguiram as normas NBR 6509 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O ensaio se inicia com a retirada e limpeza dos anéis que estavam guardados nos sacos plásticos. Além disso a base e o topo dos anéis são aplainadas, para que assim o volume de material dentro destes seja exato ao volume total dos anéis. Depois estes são pesados em uma balança de precisão e o valor anotado. O material então pode ser retirado para que o peso do anel (tara) possa também ser obtido.

O material retirado dos anéis foi então colocado em três em cápsulas metálicas numeradas tentando-se manter um volume aproximado para o mesmo material amostrado. Estas foram também pesadas, sendo que o peso de cada cápsula sem material (tara) já era conhecido. As cápsulas foram então colocadas em uma estufa por 12 horas em uma temperatura entre 100° C e 110° C. Junto às cápsulas foi colocado um béquer de 500 mL (Figura 12) totalmente preenchido com solo para cada amostragem.

Figura 12 - Béquer e cápsulas utilizados nos ensaios geotécnicos de laboratório.



Dado o tempo de secagem, as cápsulas foram retiradas da estufa e pesadas novamente, agora sem umidade. Esses valores foram novamente escritos em uma planilha no *software Excel*

(Apêndice VI), que possibilita o cálculo de índices físicos do material, tais como a massa específica seca, índice de vazios, porosidade e grau de saturação.

A massa específica dos sólidos foi obtida seguindo a seguinte metodologia. Inicialmente é retirada 40 gramas de cada amostra, que é “destorroada”, soltando assim os grãos que estão aglomerados. Este material em seguida é colocado em um balão volumétrico e preenchido com água destilada até 1/3 de seu volume total que é então conectado a uma bomba por 10 minutos e que retira o ar presente na água e entre os grãos, como mostrado na Figura 13. O balão é então retirado e preenchido novamente com água destilada, agora a até 2/3 de seu volume total e o procedimento com a bomba é repetido. Depois de dez minutos o balão é retirado e preenchido com água destilada até seu volume máximo e fechado, tomando cuidado para que nem um pouco de ar fique em seu interior, e nem que fique água no exterior do equipamento.

Figura 13 - Balão Volumétrico conectado à bomba para retirada de ar.



Para a obtenção enfim da massa específica dos sólidos presentes na amostra o balão volumétrico com água+solo é pesado e sua temperatura é obtida, e esses valores foram jogados na fórmula mostrada abaixo, que relaciona esses valores à massa específica da água na temperatura medida e a massa do solo seco.

$$\rho_s = \frac{M_{ss}}{M_1 - M_2 + M_{ss}} \times \rho_w$$

Onde:

$\rho_s$  - Massa específica dos sólidos

$M_{ss}$  - Massa do solo seco

$M_1$  - Massa do balão volumétrico + água destilada na temperatura desejada

$M_2$  - Massa do balão volumétrico + sólidos + água destilada na temperatura desejada

$\rho_w$  - Massa específica da água destilada na temperatura desejada

$M_1$  é obtido a partir da seguinte fórmula:

$$M_1(t) = [(\rho_w(t)/\rho_w(t_0)) \times (M_1(t_0) - M(p))] + M(p)$$

Onde:

$M_1(t)$  - Massa do balão volumétrico + água destilada na temperatura desejada

$\rho_w(t)$  - Massa específica da água destilada na temperatura desejada

$\rho_w(t_0)$  - Massa específica da água destilada na temperatura de calibração (20° C)

$M_1(t_0)$  - Massa do balão volumétrico + água destilada na temperatura de calibração (20° C)

$M(p)$  - Massa do balão volumétrico seco + tampa

### **3.4.2. Ensaio de Sedimentação e Granulometria**

Para os ensaios de sedimentação e granulometria foi aplicada uma metodologia semelhante à da norma NBR 7181. Primeiramente retirou-se 20 gramas de material do béquer que estava na estufa junto às cápsulas. Foi feita uma lavagem sobre a esteira de 270 mesh, com abertura de 0,053 mm, que retém a areia e deixa passar os chamados finos, formados por silte e argila, mostrada na Figura 14. Depois da lavagem o material retido foi colocado em placas de petri e colocados novamente na estufa por mais 12 horas para secar. Depois de seco pesou-se novamente o material, com intuito de saber o peso de areia retido, que subtraído das 20 gramas iniciais equivale ao peso dos finos nesta amostra.

Figura 14 - Fotografia da peneira 270 mesh utilizada nos ensaios.



Com o valor dos finos calculado para 20 gramas é feito então um cálculo visando obter o peso necessário de material para se obter 55 gramas de finos.

O material, que teve seu peso muito variado em cada amostra, é retirado do mesmo béquer, “destorroadado” e misturado com 125 mL de uma solução de 45,7 g defloculante (hexametáfosfato de sódio) para 1 L de água destilada. Deixou-se o defloculante agir por 12 horas.

Depois de 12 horas a solução de solo+defloculante levada para um dispersor por 5 minutos para soltar o material, que depois é lavado sobre a mesma peneira de 270 mesh, colocada sobre um funil para que o material que passa da peneira (os finos) caiam sobre uma proveta graduada de 1 litro. Foi necessário lavar o material tomando certo cuidado para que a quantidade de água utilizada na lavagem não passe da marca de 1 L da proveta. O material retido nesta lavagem (areia) foi colocado em um béquer e colocado para secar na estufa por 12 horas.

Durante os ensaios foi tomada uma medida para que quando o peso do material a ser lavado seja superior a 300 g, ele não seja lavado sobre a proveta, pois dificultaria em muito o processo de lavagem. Ao invés disso foram lavados apenas 200 gramas e colocados na estufa para secar.

As provetas com a solução formada por 1 L de floculante+finos+água são utilizadas para se calcular a densidade dos finos em suspensão, para isso elas são agitadas por um tempo e é colocado um densímetro incolor calibrado para  $1 \text{ g/cm}^3$  à temperatura de  $20^\circ \text{ C}$ , na proveta em intervalos pré-definidos de 2, 4, 8, 15, 30, 60, 120, 240 e 480 minutos possibilitando a medida da densidade em cada um desses momentos, que irá variar. A densidade de uma solução com apenas água e defloculante ao longo do tempo foi observada a medida que uma nova densidade para a solução na proveta era obtida, já que esse valor deve ser corrigido posteriormente no cálculo final. Esses valores de densidade foram colocados em uma tabela, junto com a temperatura da solução no momento e a altura de queda, que é a diferença entre a superfície da água e uma marca no densímetro que foi obtida através de uma reta em um gráfico, através de onde se obtém este valor, a partir da medida da densidade já corrigida.

O objetivo final dos ensaios de granulometria é a obtenção de gráficos de granulometria. Para os obter, além dos ensaios de sedimentação explicados acima, foi realizado um peneiramento em uma bateria de peneiras com o material retido na lavagem e que estava secando na estufa. O diâmetro da malha das peneiras utilizadas seguiram a norma NBR 5734, mostradas na Tabela 3.

Tabela 3 - Identificação e diâmetro das peneiras utilizadas.

Peneiras		Classe Granulométrica
Malha	Diâmetro	
#	mm	
4	4,76	Areia
10	2	
16	1,19	
30	0,59	
40	0,42	
50	0,297	
60	0,250	
100	0,149	
200	0,074	
270	0,053	
Prato	<0,053	

Para uma melhor separação dos grãos a bateria de peneiras foi colocada por 15 minutos em uma mesa vibratória (Figura 15). Após esse tempo cada peneira foi retirada e o material retido em cada uma delas e no prato foi pesado. Os valores obtidos foram postos na mesma planilha no *software Excel* que os dados obtidos nos ensaios de sedimentação e que estão presentes no Apêndice VII, deste modo foi possível a obtenção de gráficos de granulometria para cada amostra coletada, com o uso do *software Grapher*.

Figura 15 - Bateria de peneiras sobre a mesa vibratória.



### 3.4.3. Ensaio de Permeâmetro com Carga Variada

O ensaio de permeabilidade com carga variada, se inicia com a retirada de uma porção da amostra em cubo, que servirá como corpo de prova. Para isso se retira aproximadamente  $\frac{1}{4}$  do volume total do cubo.

O corpo de prova retirado estará com um formato retangular e deve ser transformado em um cilindro com diâmetro aproximado de 7,5 cm e altura de 12,6 cm, com o auxílio de alguns equipamentos. Primeiramente se utiliza o torno de talhagem, onde o corpo de prova é fixado e talhado até se tornar um cilindro com o diâmetro correto. Como mostrado na Figura 16.

Figura 16 - Corpo de prova sendo preparado no torno de talhagem.



No entanto a altura ainda será maior que a necessária ao ensaio, e para isso se utiliza de um berço de talhagem, onde o corpo é colocado na horizontal e sua base e topo podem ser retirados até que este fique com a altura igual ao comprimento do berço de talhagem, que é a utilizada no ensaio.

Com o corpo de prova pronto para a realização do ensaio o permeâmetro é preparado. O permeâmetro utilizado no ensaio é composto por um cilindro de metal, com diâmetro consideravelmente maior que o do corpo de prova, com uma abertura em sua base e em seu topo, por onde a água é colocada. Inicialmente se preenche a base do permeâmetro com aproximadamente 5 cm de areia de granulação grossa, com mais de 1,2 mm. Após isso um anel de borracha com diâmetro externo igual do do permeâmetro e um furo no seu centro de diâmetro igual ao do corpo de prova é colocado sobre a areia, com o corpo de prova colocado no seu furo interior, estando assim em contato direto com a areia. No espaço entre o corpo de prova e a parede do permeâmetro é então colocada parafina derretida, até uma altura de aproximadamente 2 cm, que é deixada para endurecer. Posteriormente sobre a parafina, já endurecida, uma camada com aproximadamente 8 cm de bentonita misturada a água é



colocada, seguida por um outro anel de borracha, igual ao já utilizado, com uma nova camada de parafina, colocada até que fique no mesmo nível do corpo de prova, e recobrindo tudo, é colocada brita. Esses procedimentos são ilustrados na Figura 17.

Para a realização do ensaio, primeiramente se conecta uma mangueira, que por sua vez está conectada a um tubo com marcações de altura da coluna d'água à entrada na base do permeâmetro. A água é liberada e percorre todo o caminho dentro do permeâmetro, passando pela camada de areia, o corpo de prova e a brita até que esorra pela abertura no topo do equipamento. Isso é feito para que todo o ar presente seja retirado e não interfira nos resultados.

Com o ar retirado, agora a mangueira é ligada ao topo do permeâmetro e a água é liberada. Uma contagem de tempo é iniciada quando a água presente no tubo passe pela marcação de 115 cm. Essa medida significando a altura entre a superfície da coluna d'água e o permeâmetro. O tempo é também anotado quando a coluna d'água atinge alturas de 100 cm, 75 cm e 50 cm. Estes valores são utilizados na fórmula abaixo e foram escritos em uma planilha do *Excel* (Apêndice VIII).

$$Kt = 2,3x(Ait/Acp \times T) \times \log H_0/H_1$$

Sendo:

**Kt** = Coeficiente de permeabilidade

**Ait** = Área interna do tubo de carga (permeâmetro)

**Acp** = Área do corpo de prova

**T** = Tempo gasto em cada medida

**H<sub>0</sub>/H<sub>1</sub>** = Altura inicial / Altura final

Essa fórmula é aplicada 3 vezes, para 115 cm e 100 cm, 100 cm e 75 cm e para 75 cm e 50 cm, alterando portanto o valor de H<sub>0</sub>/H<sub>1</sub> e o tempo gasto. Posteriormente é feita uma média com os valores obtidos.

Figura 17 - Em A tem-se o corpo de prova colocado dentro do permeâmetro, sobre uma camada de areia grossa. Em B a camada de parafina já está endurecida. Em C, camada de bentonita. E por fim, em D a camada final de brita.



## 4. Resultados e Discussões

### 4.1. Trabalhos de Campo

Os resultados obtidos com os ensaios geotécnicos *in situ* com o Permeâmetro de Guelph são apresentados em forma de planilhas (Apêndice V) que foram sendo preenchidas em campo a medida que foram se obtendo os resultados.

Os 11 pontos na Formação Rio Claro, e os ensaios com o Permeâmetro de Guelph apresentaram valores de condutividade hidráulica muito variados entre si, indo de  $1,49 \times 10^{-4}$  a até  $6,645 \times 10^{-3}$  cm/seg, como pode ser observado na Tabela 4, que relaciona os pontos feitos nas unidades geológicas da área com estes valores.

Como comparação, Rollo (2012) utilizando-se do método dos cilindros concêntricos para encontrar a permeabilidade da Formação Rio Claro, utilizou o valor de  $7,78 \times 10^{-3}$  cm/s como valor médio para encontrar a velocidade que um fluido demoraria para se infiltrar desde a superfície, até o nível freático. Levando em conta que este é o valor médio adotado, os valores de condutividade hidráulica encontrados pelo autor foram muito superiores aos encontrados neste trabalho, o que pode ser explicado pelas grandes variações laterais em relação à granulometria que os solos da Formação Rio Claro aparentemente possuem.

Também se utilizando do Permeâmetro de Guelph, e em uma área aproximadamente a mesma, Oliva (2006) obteve valores mais próximos com os obtidos neste trabalho. Para o autor o valor da condutividade hidráulica na Formação Rio Claro variou entre  $1,23 \times 10^{-5}$  a até  $1,17 \times 10^{-2}$  cm/s. Esses resultados corroboram com a idéia da grande variação da condutividade hidráulica na Formação Rio Claro, sendo que o autor, obteve uma variação ainda maior, por trabalhar em uma área mais ampla e com mais ensaios realizados.

A grande variação na permeabilidade na Formação Rio Claro ocorreu pois os solos, como observado em campo, não são homogêneos entre si, mas apresentam também variações quantos a quantidade de areia e argila, o que seria reflexo dos litotipos da unidade, que apesar de possuir um predomínio de arenitos, possui também intercalações com argilitos.

O ponto 5, realizado na Formação Pirambóia apresentou valor também alto, em contraste com os valores baixos encontrados nos pontos 1 e 8, respectivamente relacionados a solos de diabásio e da Formação Corumbataí. Neste caso, os resultados encontrados foram esperados, visto que os solos destes três unidades são reflexo direto de seus litotipos. No caso da

Formação Pirambóia, por possuir predomínio de arenitos, seu solo se apresenta rico na fração areia, e devido a isso, é poroso e facilita a percolação da água, e portanto apresenta teor de permeabilidade alto, com o uso do Permeômetro de Guelph.

As Formações Serra Geral e Corumbataí apresentam solos muito argilosos, por motivos distintos. Enquanto que na primeira, as argilas sejam fruto da alteração das rochas básicas, na Formação Corumbataí, elas já são formadoras das rochas desta unidade, onde se predomina os argilitos. Desta maneira os resultados com o Permeômetro de Guelph indicaram baixa permeabilidade (como pode ser observado na Tabela 4), devido ao fato de o solo ser pouco poroso, devido à grande quantidade de argila.

Tabela 4 - Tabela relacionando as unidades geológicas e seus valores de condutividade hidráulica.

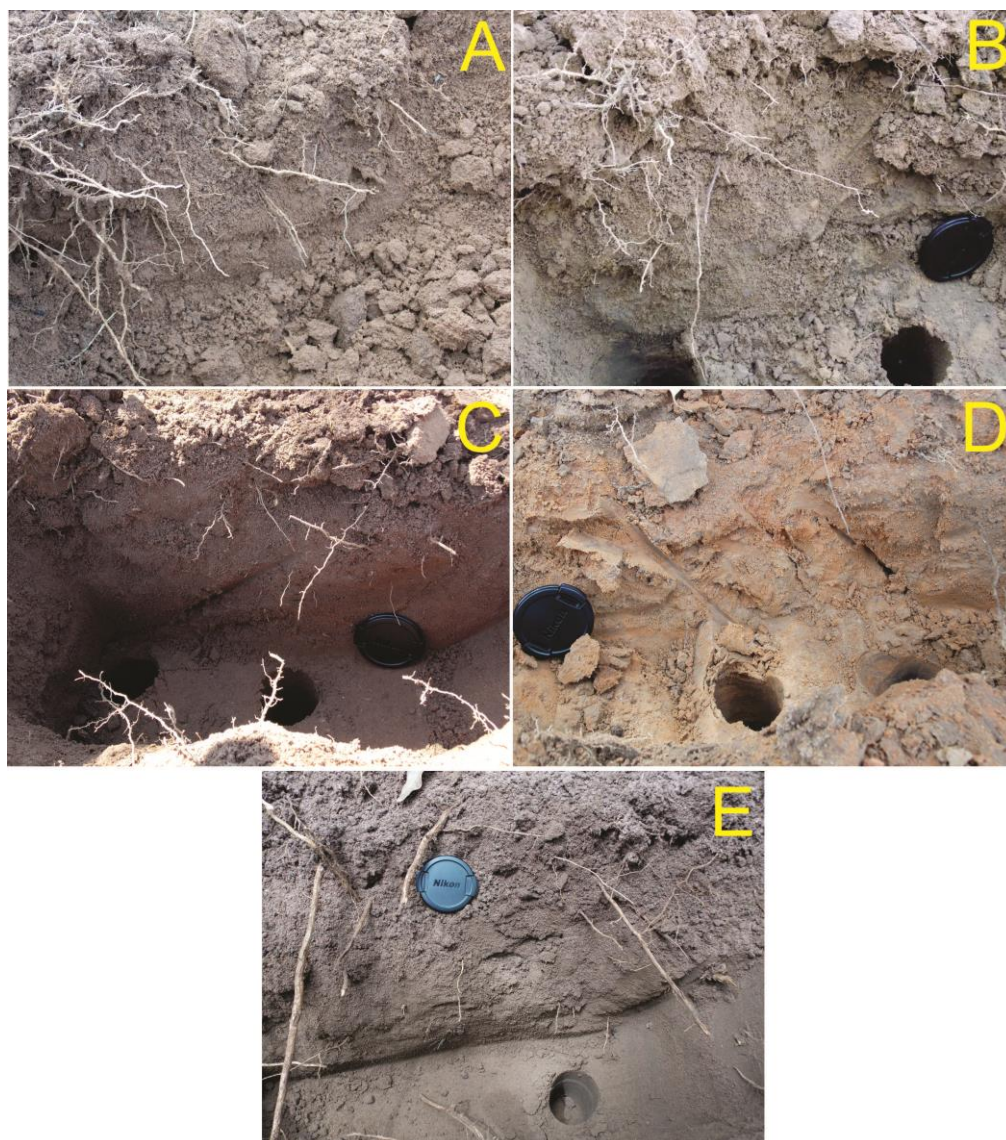
<b>Ponto</b>	<b>Unidade Geológica</b>	<b>Valor da permeabilidade (K) em cm/seg</b>
P1	Formação Serra Geral	0,000123
P2	Formação Rio Claro	0,003111
P3	Formação Rio Claro	0,000149
P4	Formação Rio Claro	0,002055
P5	Formação Pirambóia	0,002606
P6	Formação Rio Claro	0,006645
P7	Formação Rio Claro	0,001233
P8	Formação Corumbataí	0,000707
P10	Formação Rio Claro	0,005342
P11	Formação Rio Claro	0,001808
P12	Formação Rio Claro	0,005031
P13	Formação Rio Claro	0,001708
P14	Formação Rio Claro	0,000986

Observou-se na Formação Rio Claro em geral solos de coloração marrom-avermelhado areno-argiloso, sendo que a quantidade de argila e areia era variável. O solo encontrado é semelhante ao latossolo vermelho-amarelo areno-argiloso descrito por Zaine (1994), como demonstrado na Figura 18.

Com as perfurações realizadas com o trado manual para a colocação do Permeâmetro de Guelph, notou-se que o solo da Formação Rio Claro, na área analisada, possui espessura superior a 1 metro, pois não se encontrou vestígios de rocha, e que também não seria esperadom visto que o solo da Formação Rio Claro possui em média 25 metros de espessura, de acordo com Zaine (1994).

Outro fato que pôde ser observado foi que o perfil se mostrava homogêneo, pelo menos na espessura trabalhada (<1 metro). A exceção ocorre nas camadas mais superficiais do perfil, pois essas geralmente se apresentavam mais escuras, devido à matéria orgânica em decomposição ali presente.

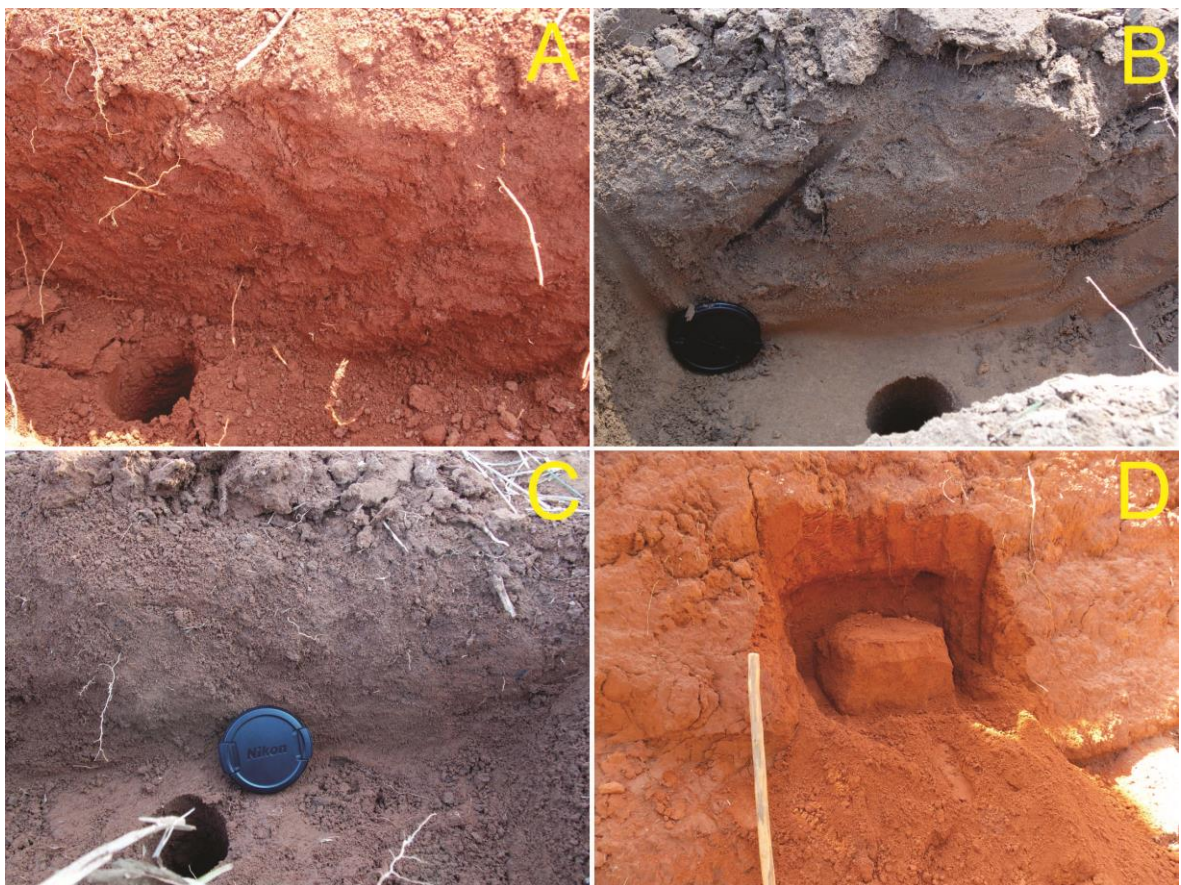
Figura 18 - Perfis de solo da Formação Rio Claro. As fotografias são correspondentes aos pontos P2 em A, P3 em B, P4 em C, P6 em D e P10 em E.



O solo da Formação Pirambóia observado possui uma coloração marrom, e apresenta textura arenosa. Da mesma maneira que a Formação Rio Claro, o solo possui espessura superior a dos ensaios realizados (>1 metro) e é altamente friável.

Os solos das Formações Corumbataí e dos diabásios correlatos à Formação Serra Geral possuem coloração avermelhada a marrom avermelhada (Figura 19). É notável a presença de grande quantidade de argila nesses solos, seja em contato com as mãos ou na amostragem, pois estes se fixam nas paredes do amostrador, tornando mais difícil sua retirada. Diversos blocos de rocha, tanto de argilitos da Formação Corumbataí e diabásios da Formação Serra Geral, foram encontrados em meio ao solo e em lugares próximos ao ensaio. Estes resultados são semelhantes ao descrito por Zaine (2000) para a Formação Corumbataí, onde o autor descreve um solo litólico, com até 40 cm de espessura.

Figura 19 - Solo da Formação Serra Geral em A, no ponto P1. Em B, solo da Formação Pirambóia (P5), e em C e D, solo da Formação Corumbataí, no ponto P8.



## 4.2. Resultados dos Ensaio Geotécnicos em Laboratório

Nos ensaios de índices físicos realizados, foram obtidos os seguintes índices físicos: Teor de umidade, massa específica seca, massa específica dos sólidos, índices de vazios, porosidade e grau de saturação. Estes resultados, para as 15 amostras de solo coletadas são apresentadas no Apêndice VI.

Os índice de vazios, a porosidade e o grau de saturação são índices físicos que diretamente afetam a permeabilidade do solo. Como exemplo disso a Tabela 5 relaciona a média desses índices com a permeabilidade nos pontos P3, P13 e P6, onde respectivamente se obteve valores de condutividade hidráulica baixa, média e alta em relação aos obtidos na Formação Rio Claro.

Tabela 5 - Tabela relacionando os valores de índices físicos com valores de condutividade hidráulica em amostras de solo da Formação Rio Claro.

<b>Ponto</b>	<b>P3</b>	<b>P13</b>	<b>P6</b>
<b>Condutividade Hidráulica</b>	0,000149	0,001708	0,006645
<b>Índice de vazios</b>	0, 52	0,57	0,65
<b>Porosidade</b>	34,30 %	36,35 %	39,48 %
<b>Grau de Saturação</b>	61,86 %	45,88 %	23,61 %

Na Tabela 5 observa-se que quanto maior o valor de condutividade hidráulica de um solo, maior são seus valores de índice de vazios e da porosidade, o que é o esperado, já que quanto mais vazios o solo possuir, mas rápida e fácil é a infiltração de fluidos. O fato de o grau de saturação diminuir, quanto maior a permeabilidade também é esperado, visto que quanto menor a quantidade de água presente no solo, mas este possui a capacidade de receber o líquido. Esta relação entre os índices físicos e a permeabilidade, exemplificada aqui apenas com 3 amostras, mas que podem servir como uma representação das amostras da Formação Rio Claro, apesar de não ser uma regra absoluta, se mostra similar para todas as amostras obtidas.

Foram realizados dois ensaios de Permeabilidade com Carga Variada com amostras indeformadas retiradas nos pontos 9 e 15, respectivamente nas Formações Corumbataí e Rio Claro. O resultado do coeficiente de permeabilidade (k) para a amostra 15, foi de  $2,69 \times 10^{-3}$

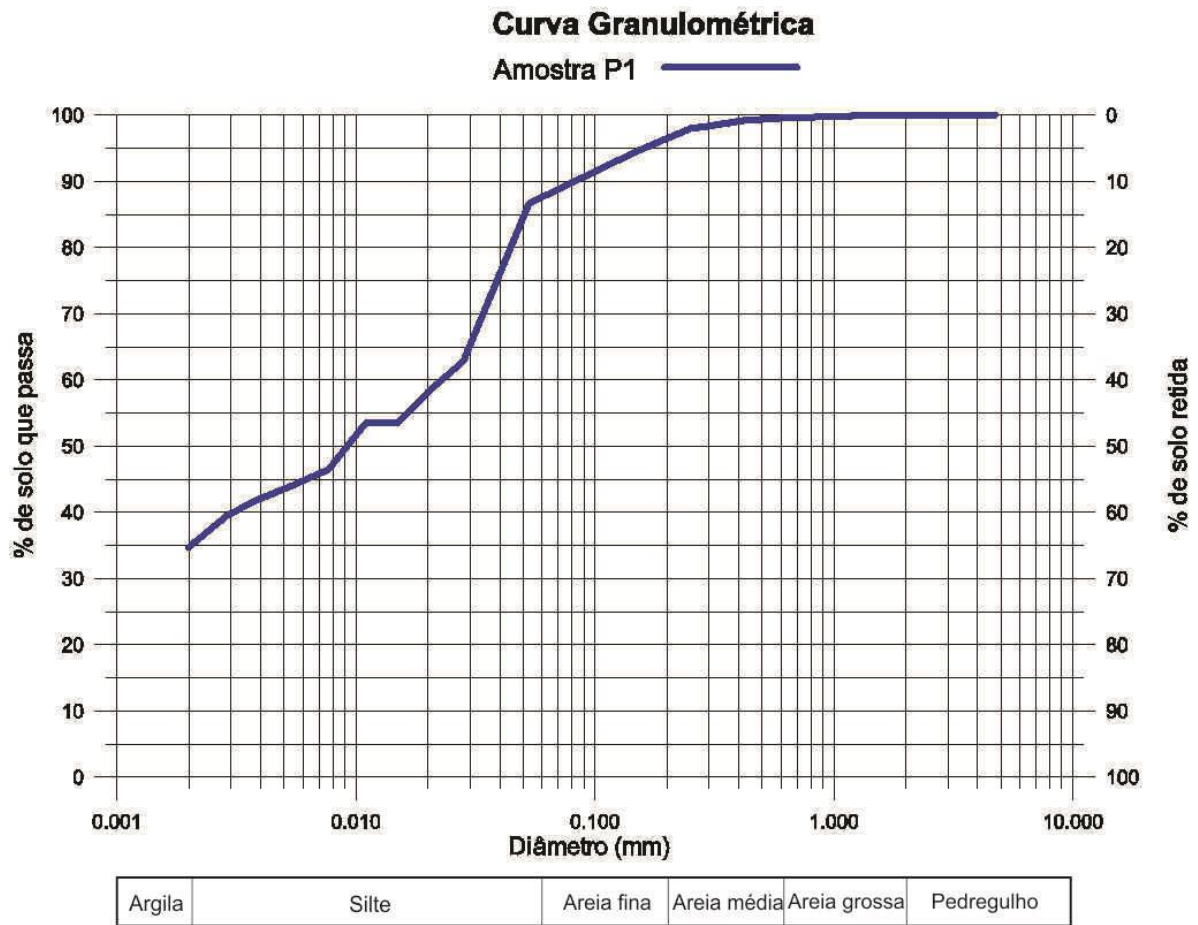
cm/s, o que está dentro do esperado, se levar em conta os valores obtidos com o Permeômetro de Guelph para a mesma unidade. O resultado para a amostra 9, no entanto foi de  $5,3 \times 10^{-3}$  cm/s, um valor extremamente alto para a Formação Corumbataí, considerando ainda que a amostra é argilosa (mesmo que menos que a amostra P8, também da Formação Corumbataí), de acordo com a curva granulométrica apresentada mais à frente, na Figura 22. Um fator que poderia explicar essa diferença nos teores de argila e conseqüentemente na condutividade hidráulica nesta amostra é que a mesma poderia ser um colúvio advindo da Formação Rio Claro, portanto sendo um solo mais poroso, como mostrado por Etchehebere et al. (2006), o que no entanto, não é observado ao comparar os ensaios de índices físicos destas duas amostras, que se apresentam muito semelhantes. Por fim, outra explicação seria a de que este resultado, pode ter sido causado por alguma infiltração de água fora do corpo de prova, aumentando assim o volume de água a sair do permeômetro, apesar de que nada neste sentido foi constatado durante e depois da realização do ensaio.

Posteriormente foram realizados os ensaios de granulometria e sedimentação com estas mesmas amostras. No entanto, os ensaios de sedimentação não foram realizadas com todas as amostras de solo, devido ao fato de que as referentes aos pontos P4, P7, P11, P12 e P13 apresentavam pouca quantidade de argila, e portanto muito material teria que ser lavado na peneira para que se conseguisse 55 gramas de finos nas provetas, porém seriam necessários para isso mais de 1 litro de água, o que é o utilizado no ensaio e é a capacidade das provetas.

As curvas granulométricas, apresentadas nas Figuras 20, 21 e 22 foram divididas por unidade geológica a fim de uma melhor comparação entre seus resultados. As Figuras 23 e 24 apresentam curvas referentes à Formação Rio Claro, mas que foram separadas por motivos de melhor visualização.



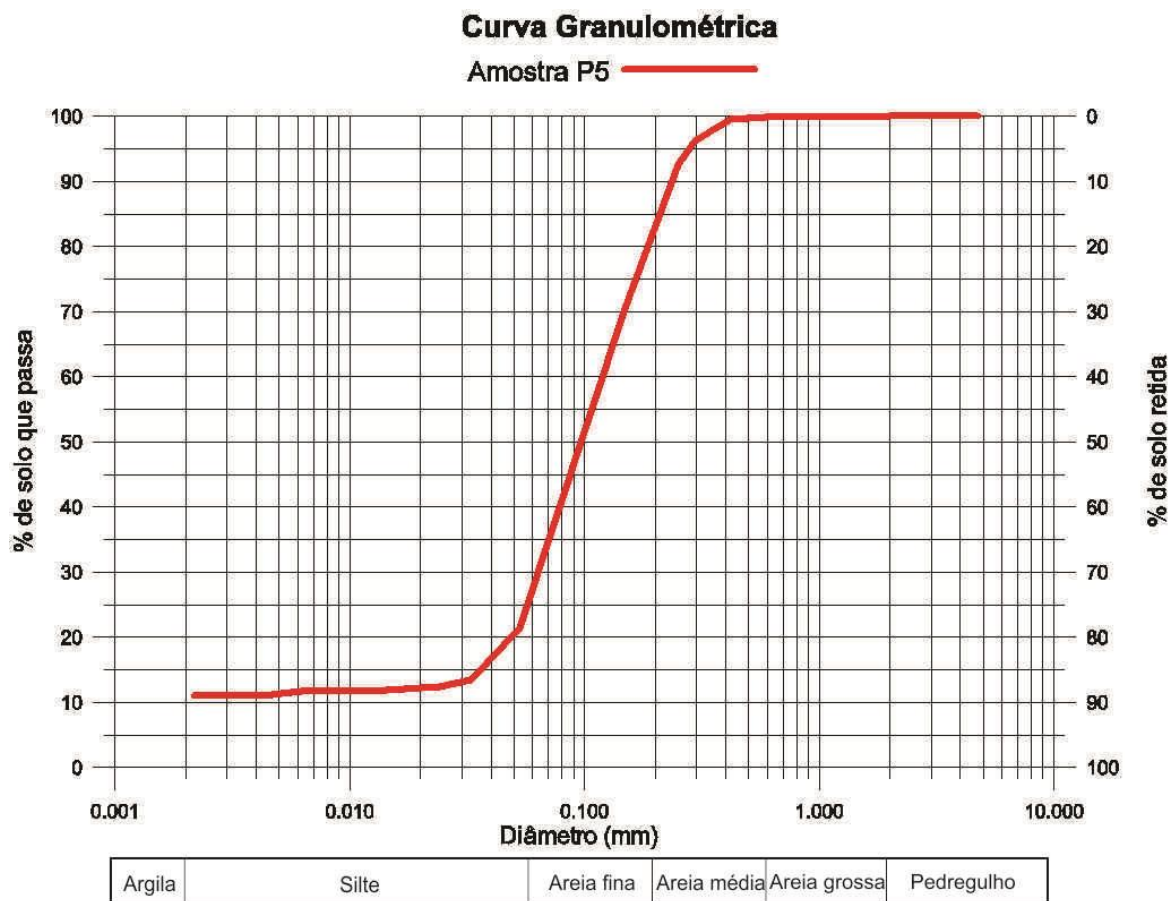
Figura 20 - Curva Granulométrica da amostra P1, referente ao solo de diabásio correlato à Formação Serra Geral.



Observa-se que a curva granulométrica da amostra P1 está deslocada para cima, no eixo vertical, indicando um solo argiloso, com aproximadamente 75% de seu peso em sólidos sendo a fração argila+silte, o que é esperado para o material de alteração da Formação Serra Geral, e que explica o baixo valor de condutividade hidráulica para essa amostra. As frações de areia completam os outros 25%, sendo que a fração areia fina é a mais abundante. Nota-se também que a fração pedregulho é ausente neste solo.

Apesar do predomínio das frações mais finas o solo não se apresenta bem selecionado, já que apresenta todas as frações, com exceção de pedregulho

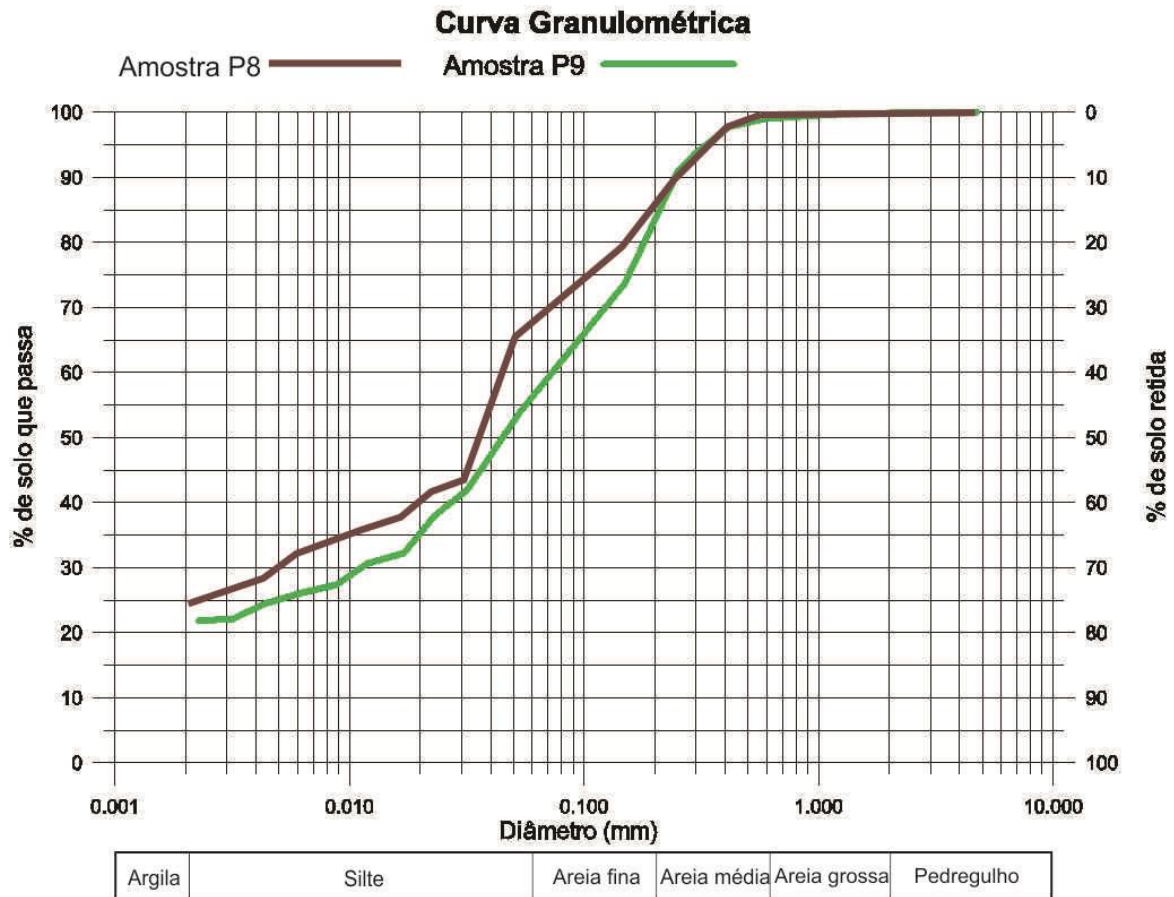
Figura 21 - Curva Granulométrica da amostra P5, referente ao solo da Formação Pirambóia.



A curva granulométrica da amostra P5, relacionada ao solo da Formação Pirambóia se apresenta relativamente bem selecionada, fato esse observado pela grande inclinação que esta possui a partir da fração de areia fina, e que continua até a areia grossa, frações essas que são responsáveis por aproximadamente 85% do total deste solo. Isso é esperado já que os solos dessa unidade geológica, são arenosos, reflexo de seus litotipos, com predomínio de arenitos. A quantidade de areia nesta amostra explica sua alta permeabilidade.

A fração de areia grossa, no entanto não é muito expressiva, inclusive o solo se apresenta ausente da fração pedregulho, o que indica que ele é bem selecionado principalmente entre as frações areia fina e média, e tendo apenas 15% de finos.

Figura 22 - Curva Granulométrica das amostras P8 e P9, referentes aos solos da Formação Corumbataí.



As duas amostras, P8 e P9, coletadas em solo da Formação Corumbataí e em localidades próximas apresentam curvas granulométricas semelhantes. Ambas possuem quantidades relativamente elevadas de finos, com 45 e 55% do total, e teores de 55 e 45% de fração areia, respectivamente. Não apresentam a fração pedregulho, no entanto a fração areia grossa é expressiva em relação às outras amostras, com valores de aproximadamente 8% para ambas.

Em comparação com o solo de diabásio, que também é argiloso, o solo da Formação Corumbataí apresenta um teor menor de silte e argila, e uma maior quantidade de areia grossa. O solo também não se mostra muito bem selecionado, pois possui teores semelhantes entre os finos e a areia.

É interessante notar que nas amostras da Formação Corumbataí, o índice de vazios é bastante elevado, o que se reflete também no alto grau de saturação e da massa d'água obtidos nos ensaios de índices físicos. Isso é explicado pois as argilas, abundantes nessas amostras como demonstrado na Figura 22, são muito porosas, e conseguem reter água entre seus grãos, mas em espaços muito pequenos, que torna a permeabilidade muito pequena.

Figura 23 - Curvas granulométricas das amostras P2, P3, P4, P6, P7 e P11, referentes aos solos da Formação Rio Claro.

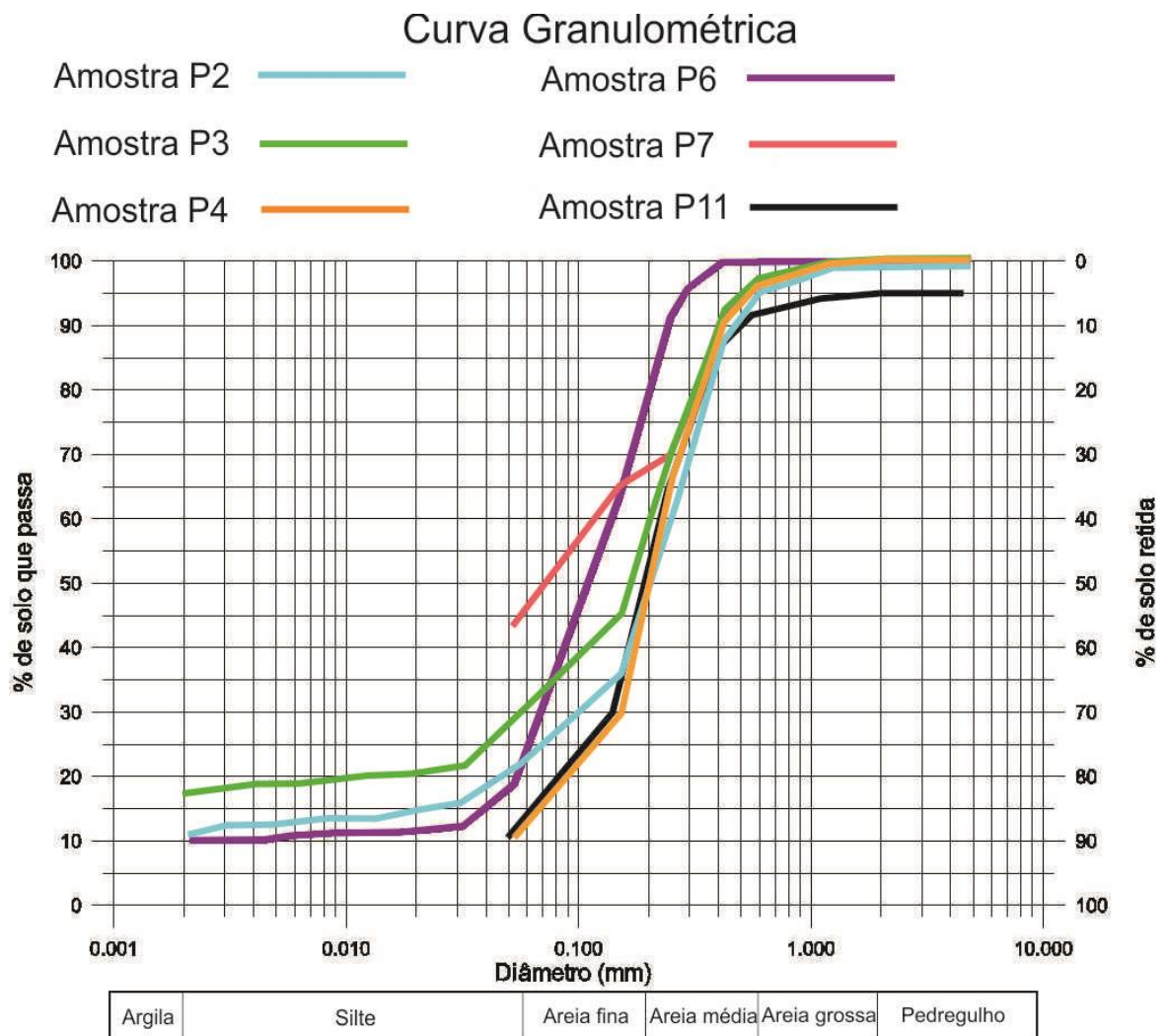
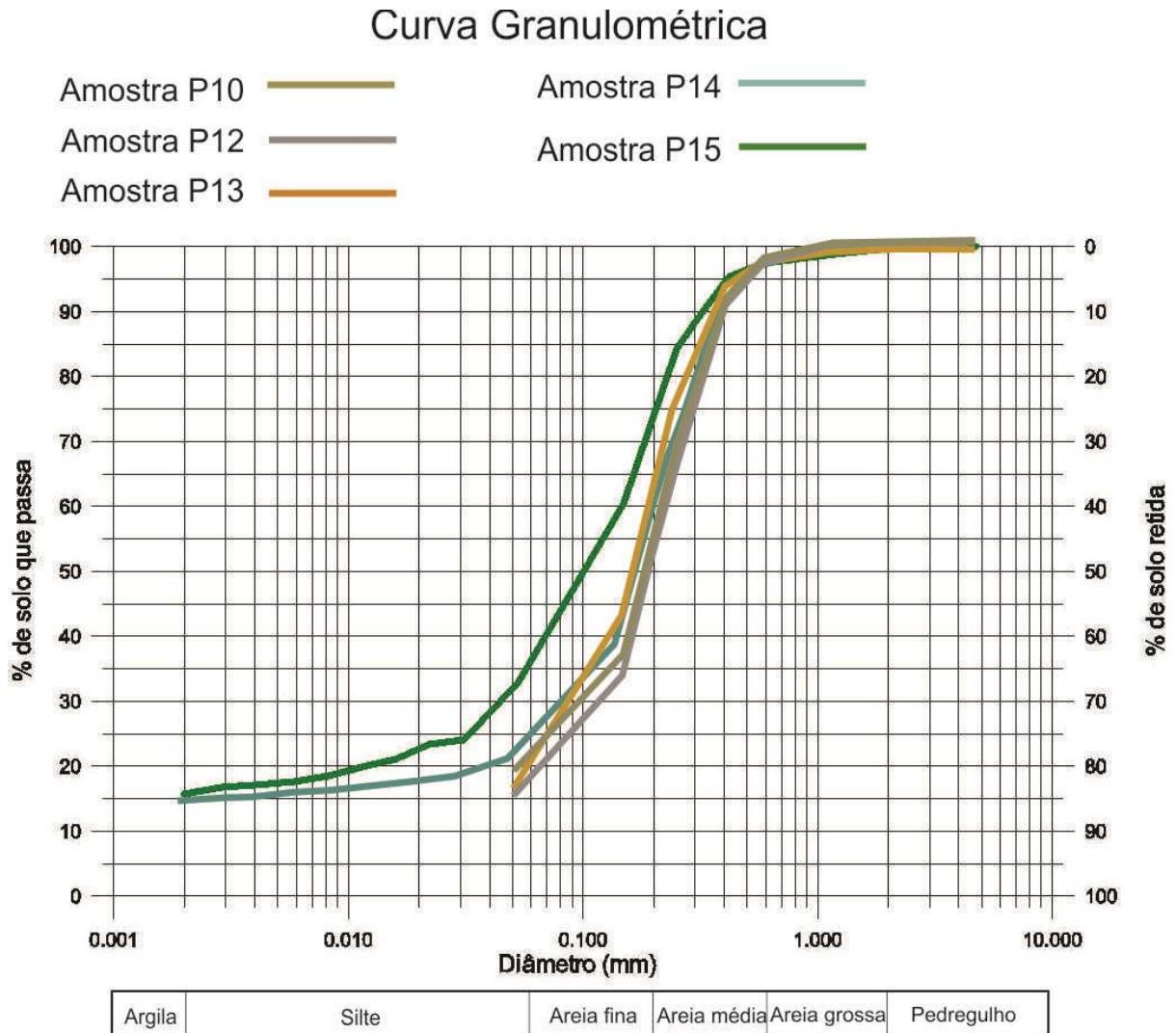


Figura 24 - Curvas granulométricas das amostras P10, P12, P13, P14 e P15, referentes aos solos da Formação Rio Claro.



As amostras retiradas dos solos da Formação Rio Claro apresentaram leves diferenças em suas curvas granulométricas, isso se deve a suas variações nas quantidades de argila e areia, e que também afetaram os ensaios com o Permeômetro de Guelph.

De uma maneira geral, estes solos podem ser classificados como sendo bem selecionados, por apresentarem altos valores na fração areia, responsável por 70 a 85% do volume total dos sólidos.

As curvas granulométricas que não apresentam a fração de argila e silte, são referentes às amostras em que não foi realizado o ensaio de sedimentação, por apresentarem pouca quantidade de finos.

As curvas granulométricas das amostras da Formação Rio Claro apresentaram poucas quantidades de argila, ficando abaixo dos 15%, com exceção apenas da amostra P3, que chega a quase 20%, e que ajudaria a explicar a permeabilidade muito baixa encontrada neste ponto, que também se deve aos índices físicos.

### **4.3. Mapa de Vulnerabilidade**

Ao analisar o Mapa de Vulnerabilidade da área de trabalho (Apêndice III), nota-se que a Formação Rio Claro, em sua maioria é representada no mapa pela cor laranja, indicadora de vulnerabilidade alta, o que é esperado devido a alta permeabilidade do solo no geral e também ao fato de o uso do mesmo nesta unidade, por estar elevada topograficamente, favorece as plantações sazonais, como a cana-de-açúcar, que junto às plantações perenes, ocupam a maior parte da área de trabalho, como pode ser observado no Mapa de Uso e Ocupação do Solo no Apêndice II, além de oferecerem riscos, devido ao uso de agrotóxicos. Além disso a cidade de Rio Claro está quase que em sua totalidade sobre a unidade de mesmo nome e que também oferece risco ao aquífero por eventuais vazamentos e despejo de lixo, reflexo da intensa atividade humana.

Como a área industrial de Rio Claro, localizada a norte da cidade, também se encontra sobre a Formação Rio Claro, mas como esta foi definida como sendo de vulnerabilidade muito alta ao aquífero, devido ao fato deste tipo de atividade utilizar ou gerar produtos químicos que podem ser de alta toxicidade e além de sempre haver o risco de vazamentos, esta área acabou ficando com a cor vermelha no mapa, indicando uma vulnerabilidade superficial muito alta.

Os resultados obtidos no Mapa de Vulnerabilidade para a Formação Rio Claro neste trabalho apresenta um resultado semelhante ao Mapa das Áreas Potencialmente Críticas para a Utilização das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, disponibilizado na Resolução SMA 014 do dia 05/03/2010 da CETESB define a área do Aquífero Rio Claro como de alta vulnerabilidade.

Outro trabalho que apresenta resultados semelhantes é o de Zanetti (2012), que na utilização do método GOD, define o Aquífero Rio Claro como sendo de alta vulnerabilidade, e com áreas pequenas de baixa ou extrema vulnerabilidade. Na aplicação do método DRASTIC, a autora obteve resultados um pouco diferentes, pois o aquífero é classificado como de baixa a média vulnerabilidade, em sua maioria.

As outras áreas em laranja do mapa, estão também associadas a solos arenosos e porosos, como em depósitos aluvionares em volta de drenagens e na Formação Pirambóia, no norte e no sudeste do mapa. Nos depósitos aluvionares, vale notar, são observadas várias áreas em vermelho, o que indica que junto a estes sedimentos mal consolidados e aqui definidos como possuindo alta vulnerabilidade à infiltração de contaminantes, o solo é utilizado em atividades de alto risco, como as plantações sazonais e perenes, situação essa perigosa aos rios da região, principalmente em trechos do Ribeirão Claro e do Rio Corumbataí. Áreas definidas no Mapa de Uso e Ocupação do Solo como sendo áreas de mineração ficaram vermelhas pelo alto risco associados a essas, pois comumente expõem o lençol freático.

As áreas em amarelo do mapa, de média vulnerabilidade, estão em sua maioria associadas à Formação Corumbataí e diabásios, de baixa e média vulnerabilidade respectivamente, mas que são intensamente utilizadas para plantação perene e sazonal, que como já discutido apresentam alto risco, devido ao uso de agrotóxicos e fertilizantes, mas como o solo argiloso de ambas formações não favorece a infiltração, foram definidas como de média vulnerabilidade.

Não muito comuns dentro da porção trabalhada da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro, as áreas de pastagens e de lagoas/represas tiveram um resultado bastante variado no Mapa de Vulnerabilidade, inde desde áreas de baixa vulnerabilidade a de alta, sendo que isso está ligado à unidade geológica em que estas ocorrem.

Com baixa vulnerabilidade, as áreas verdes do mapa, são representadas pelas regiões de mata nativa e campo sujo, onde a ausência de atividade humana não apresenta baixos riscos.

## 5. Conclusões

O método empregado neste trabalho para um estudo de vulnerabilidade dos solos sobre o Aquífero Rio Claro foi adequado para o que se espera de um trabalho de conclusão de curso em que apenas a vulnerabilidade superficial foi levada em conta, visto que em um estudo mais detalhado, a profundidade do aquífero deve também ser levada em conta. Além disso para uma melhor caracterização da vulnerabilidade superficial do perfil de solo, seriam necessários mais pontos e em maior espaçamento pela área, podendo assim se relacionar os resultados nas análises dos solos e de condutividade hidráulica com a geologia e uso e ocupação, o que seria imprescindível, dada a heterogeneidade da Formação Rio Claro, e que não foi possível em sua totalidade neste trabalho. Visto isso, o objetivo principal, a confecção de um mapa de vulnerabilidade na escala 1:50000, foi plenamente alcançado, salvo essas observações feitas.

Os resultados obtidos, semelhantes aos existentes na bibliografia consultada, mostram que as camadas de solo sobre o Aquífero Rio Claro são, no geral, de alta vulnerabilidade, dado os fatores aqui mostrados, como principalmente pela presença de plantações e da área urbana do município de mesmo nome e também pelo fato de ser um aquífero livre, o que o deixa muito susceptível a qualquer substância que entre em contato com os solos da Formação Rio Claro.

Os ensaios com o Permeâmetro de Guelph, muito utilizados neste trabalho, se mostraram confiáveis e de fácil e rápida aplicação, dando valores de condutividade hidráulica próximos do que já era esperado, mas com algumas inconstâncias importantes na Formação Rio Claro, mostrando que o solo não é homogêneo, pois apresenta variações em seus teores de argila e areia, fato este, visto nas cruvas granulométricas.

No entanto, é válido notar que, outros fatores podem atrapalhar e alterar os resultados de ensaios com o Permeâmetro de Guelph, dentre eles, as diferenças texturais e estruturais do solo da superfície e em profundidade, além do fato de que a influência de raízes e escavações de insetos e animais podem alterar para mais o valor de condutividade hidráulica obtido, pois agem como um conduto para a água. A própria escavação do furo para a realização do ensaio, se mal realizada, pode compactar o solo em volta, dificultando a infiltração de água.

Os ensaios geotécnicos de laboratório, além de serem utilizados para uma caracterização mais completa do solo, são essenciais para o entendimento dos resultados de condutividade hidráulica, já que estes estão diretamente ligados à granulometria e índices físicos como a porosidade e a saturação do solo, por exemplo.



## 6. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, F. F.M.; 1964. *Fundamentos Geológicos do relevo Paulista*. Boletim Instituto Geográfico e Geológico, 41: 169-263.
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1967. *Origem e evolução da Plataforma Brasileira*. Rio de Janeiro: Div. Geol. Miner. DNPM. Bol. 241, 36 p.
- ALMEIDA, F. F. M. 1969. *Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira*. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 23, anais, p.: 29-46.
- ASSINE, M. L.; PIRANHA, J. M.; CARNEIRO, C. D. R. 2004. *Os Paleodesertos Pirambóia e Botucatu*. In: Geologia do Continente Sul-Americano - Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida, Editora Becca, p. 77-92.
- Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. *Águas subterrâneas, o que são?*. Disponível em <<http://www.abas.org/educacao.php#ind21>>. Acesso em 28 de maio de 2015.
- BRAGA, A. C. O. 2008. *Estimativa da Vulnerabilidade Natural de Aquíferos: Uma Contribuição a Partir da Resistividade e Condutância Longitudinal*; Rev. Bras. Geof., São Paulo, v. 26, n. 1, p. 61-68, Mar.
- BARTOLOMEU, D. 2012. *Análise da Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos na Região Urbana de São Carlos (SP) por Vazamentos em Postos de Combustíveis, Utilizando o Método GOD e Avaliação dos Condicionantes Geotécnicos*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- CEAPLA; *Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí*; Disponível em <[http://ceapla2.rc.unesp.br/atlas/rede\\_drenagem.php](http://ceapla2.rc.unesp.br/atlas/rede_drenagem.php)>. Acesso em 28 de maio de 2015.
- CELLIGOI, A. et al. 2008. *Utilização do Permeâmetro Guelph na Determinação da Condutividade Hidráulica da Zona Não-Saturada do Aquífero Freático nas Imediações do Lixão de Londrina – PR*. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Natal.
- CETESB. 2010. *Resolução SMA nº 14 de 05 de março de 2010*. DOE DE 06-03-2010 SEÇÃO I PÁG 96. Disponível em [http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2010\\_Res\\_SMA\\_14.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2010_Res_SMA_14.pdf) (Acessado em 17/12/2010).

- CORDANI, U.G; VANDOROS, P. 1967. *Basaltics rocks of the Paraná Basin: Problems in Brazilian gondwana geology*. Plate LXXVIII, CNPq, Boletim Paranaense de Geografia. Curitiba, v.21(22): 207-231.
- DIAS, K. D. N. 2006. *Análise Estratigráfica da Formação Pirambóia, Permiano Superior da Bacia do Paraná, Leste do Rio Grande do Sul*. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre...
- ETCHEHEBERE, M. L. C. et al. 2006. *Nova Contribuição ao Conhecimento da Formação Rio Claro (T) na Folha Rio Claro*; Revista Geociências, v. 25, n. 3, p. 297-306.
- FOSTER S. S. D. & HIRATA R. C. A. 1998. *Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data*. Lima: CEPIS/PAHO/WHO, 78 p.
- HASUI Y., CARNEIRO C.D.R., ALMEIDA F.F.M.de, BARTORELLI A. eds. 2012. *Geologia do Brasil*. São Paulo: Ed. Beca. 900p. (Livro)
- MEZZALIRA, S., 1989. *Os fósseis do Estado de São Paulo*. Instituto Geológico, S. Paulo: 141 páginas.
- MILANI, E. J., 1997. *Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental*. 2 v. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MILANI, E. J.; MELO, J. H. G. ; SOUZA, P. A. ; FERNANDES, L. A. ; FRANÇA, A. B. , 2007- Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 15(2), p. 265-287.
- MIMI, Z. A. ; ASSI, A. 2009. *Intrinsic vulnerability, hazard and risk mapping for karst aquifers: A case study*. Journal of Hidrology. n. 364. p. 298-310.
- NOGUEIRA, J. B.; STANCATI, G.; VILAR, O. M. 1981. *Ensaio de Laboratório em Mecânica dos Solos*; Escola de Engenharia de São Carlos.
- OLIVA, A. 2006. *Estudo Hidrofaciológico do Aquífero Rio Claro no Município de Rio Claro – SP*; Tese de Doutorado; Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- OLIVA, A.; CHANG, H. K.; SEIXAS, W.; 2010. *Cálculo de Reservas Hídricas Subterrâneas do Aquífero Rio Claro Utilizando Simulação Monte Carlo*; Revista Águas

Subterrâneas. São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS), v. 24, n. 1.

RENNE, P., ERNESTO, M., PACCA, I.G., COE, R.S., GLEN, J.M., PRÉVOT, M. & PERRIN, M. 1992. *The age of Paraná Flood Volcanism, rifting of Gondwanaland, and the Jurassic-Cretaceous boundary*. Science, 258:975-979.

RICCOMINI, C. 1995. *Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondwânicos da porção centro-oriental do Estado de São Paulo e áreas vizinhas*. São Paulo, 100p. (Tese de livre-docência apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).

ROLLO, R. T. 2012. *Mapeamento Geoestatístico da Permeabilidade Superficial no Entorno do Ribeirão Claro e Simulação de sua Contaminação*; Trabalho de Conclusão de Curso; Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SALVADOR, R. B., SIMONE, L. R. L. 2010. *Histórico dos Estudos sobre a Malacofauna Fóssil da Formação Corumbataí, Bacia do Paraná, Brasil*. Revista da Biologia, vol. 05, Instituto de Biociências, USP – São Paulo, SP, Brasil.

SCHNEIDER, R.L., MUHLMANN, H., TOMASSI, E., MEDEIROS, R.A., DAEMON, R.F. & NOGUEIRA, A.A. 1974. *Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre, SBG, v.1, p. 41-66.

SIMMERS, I; VRIES, J. J. 2002. *Groundwater recharge: An Overview of Processes and Challenges*; Hydrogeology Journal - HYDROGEOL J, vol. 10, no. 1, pp. 5-17.

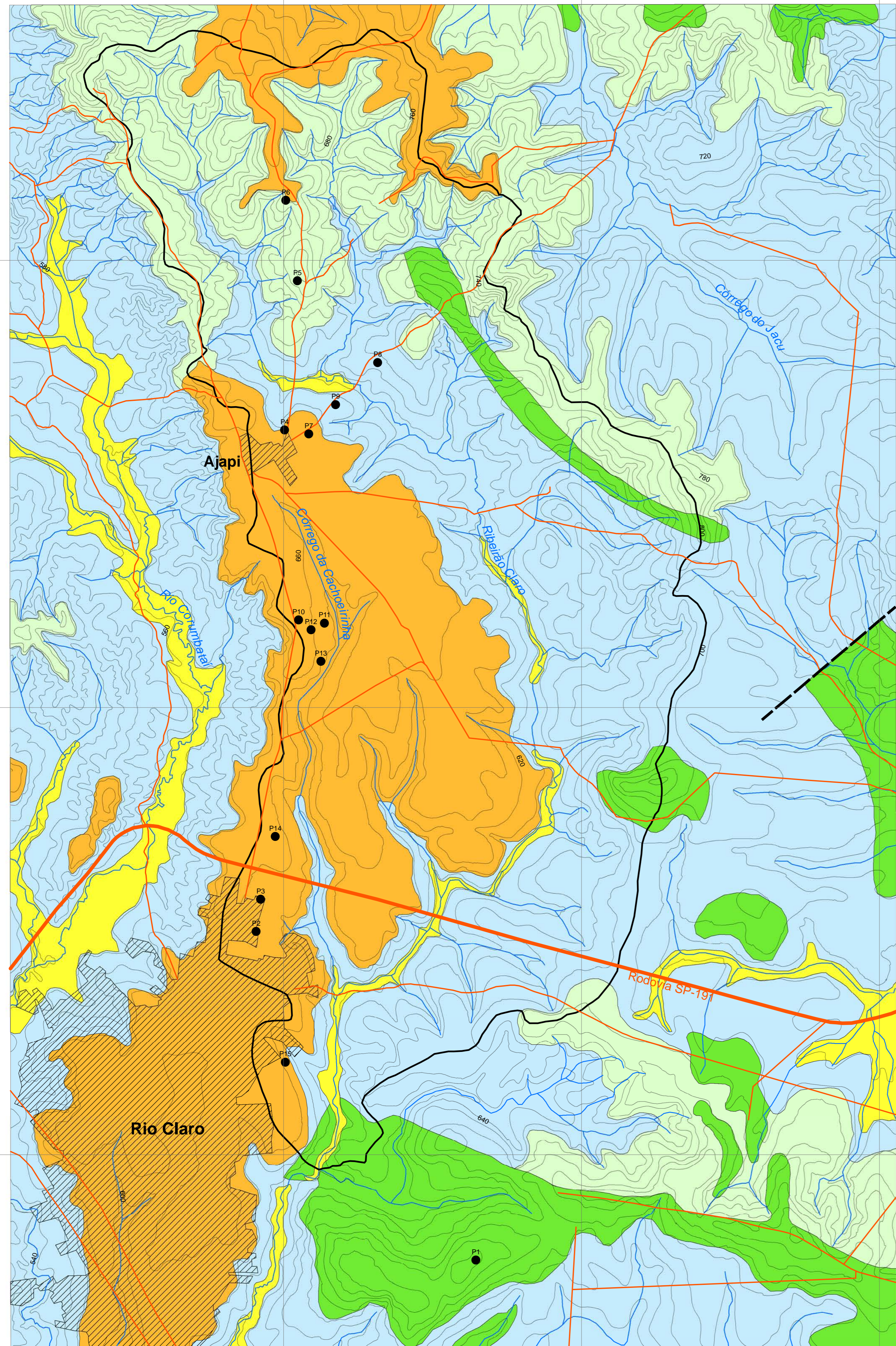
SIQUEIRA, L. F. S. 2011. *Tectônica Deformadora em Sinéclises Intracratônicas: A Origem do Alto Estrutural de Pitanga, Bacia do Paraná, SP*. Dissertação de Mestrado; Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP).

ZAINE, J. E. 1994. *Geologia da Formação Rio Claro na Folha Rio Claro (SP)*; Dissertação de Mestrado; Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (SP).

ZAINE, J. E. 2000. *Mapeamento Geológico-geotécnico por meio do Método do Detalhamento Progressivo: Ensaio de Aplicação na Área Urbana do Município de Rio Claro (SP)*. Tese de Doutorado; Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (SP).

ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T.; ZANOTTO, O. A. 1987. *Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná*. In: SBG, Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, 3, Atlas, p.: 441-477.

ZANETTI, N. 2012. *Estimativa da Vulnerabilidade Natural do Aquífero Livre no Município de Rio Claro (SP)*; Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental; P. 9-20.



# Legenda

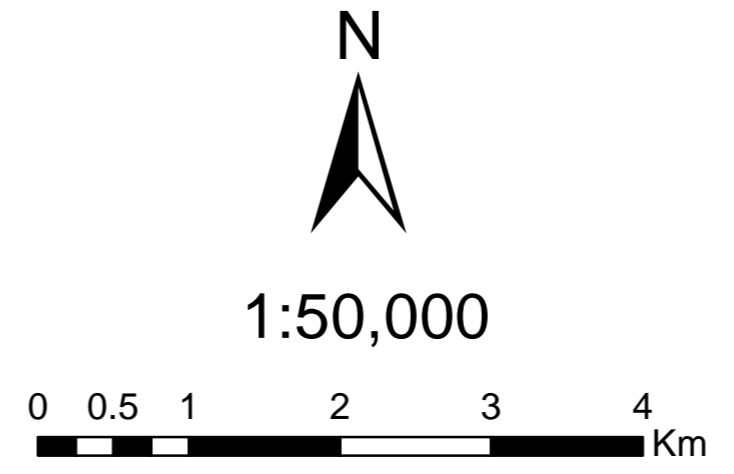
## Unidades Geológicas

- Coberturas Aluvionares
- Formação Rio Claro
- Formação Serra Geral
- Formação Pirambóia
- Formação Corumbataí

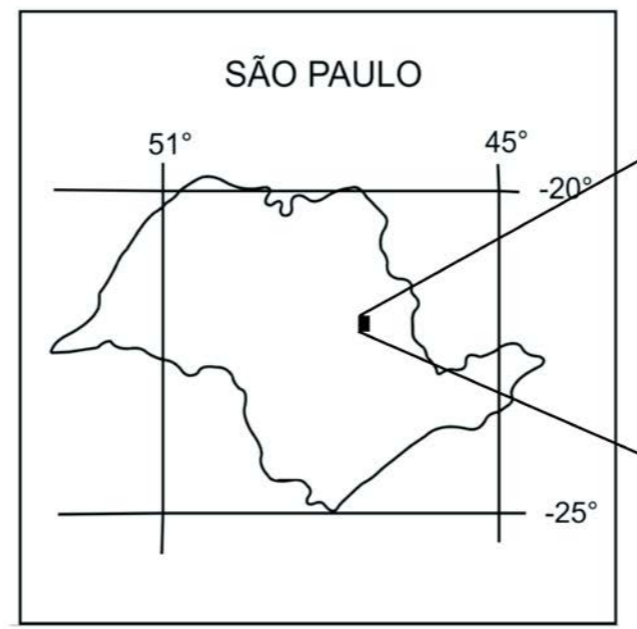
## Convenções Topográficas

- Drenagens
- 650 Curvas de nível

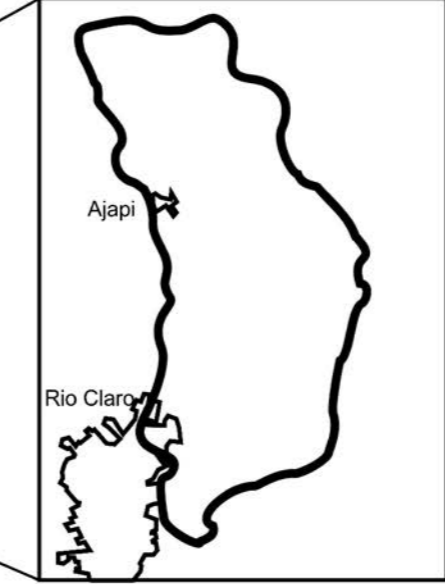
- P1 Pontos de Campo
- Estradas
- SP-191
- Falhas



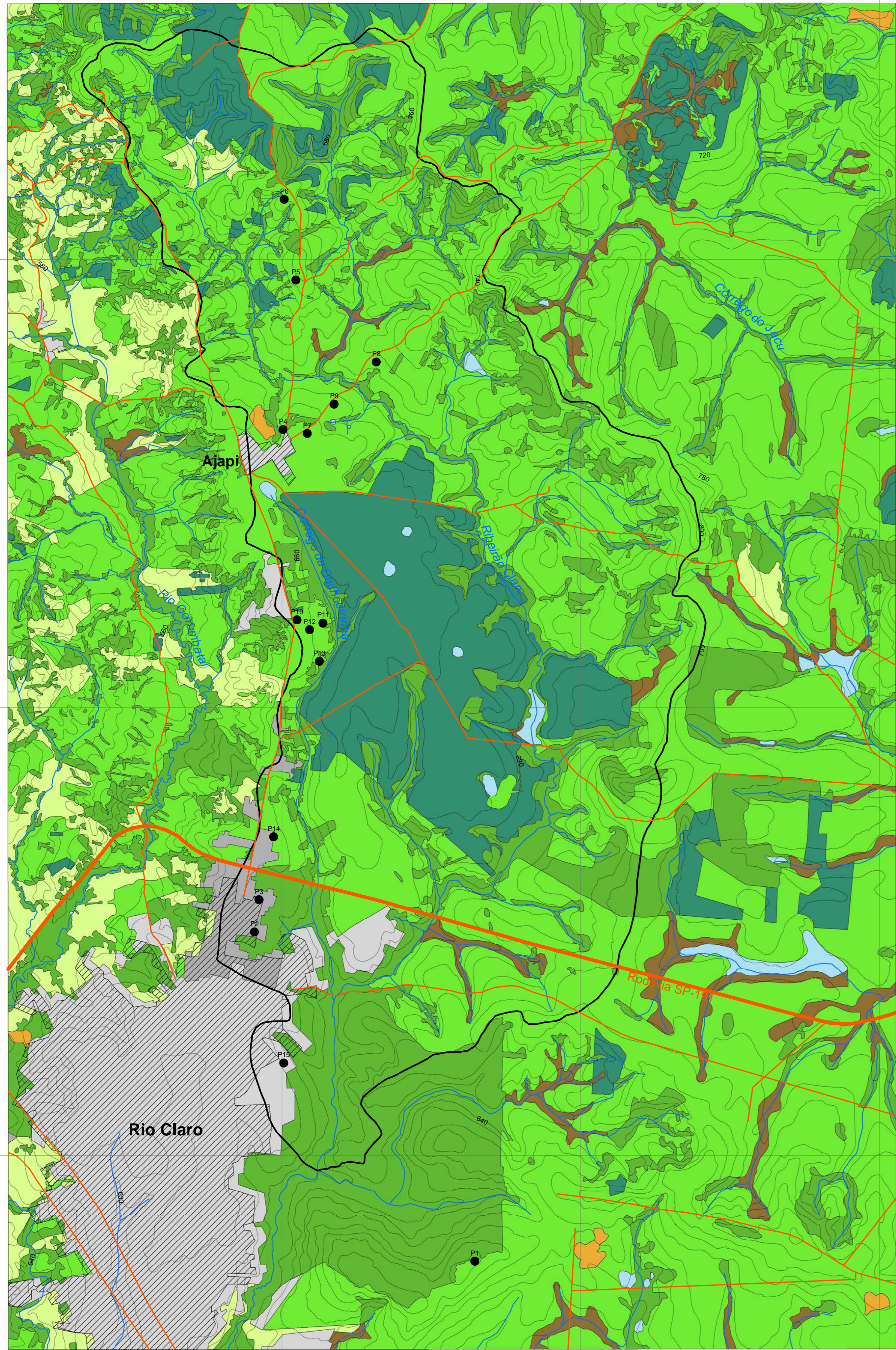
LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO TRABALHO NA UNIDADE DA FEDERAÇÃO



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO EM RELAÇÃO À RIO CLARO E AJAPI



**unesp**  
 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
 "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
 Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
 Trabalho de Conclusão de Curso  
 Estudo da Vulnerabilidade dos Solos  
 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro - SP  
  
**MAPA GEOLÓGICO**  
**ANEXO I**  
 Autor : Felipe Pereira de Sisto  
 Janeiro/2016  
Compilado de Zaine (1994) e Instituto Geológico (1983)



# Legenda

## Classes de Uso e Ocupação do Solo

- Cultura Perene
- Cultura Sazonal
- Área Residencial
- Área Industrial
- Mata
- Pastagem
- Campo Sujo
- Mineração
- Lagoa/Represa

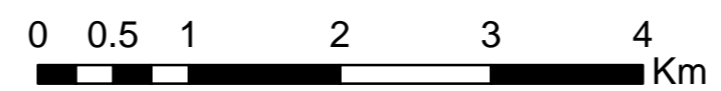
## Convenções Topográficas

- Drenagens
- 650  
Curvas de nível

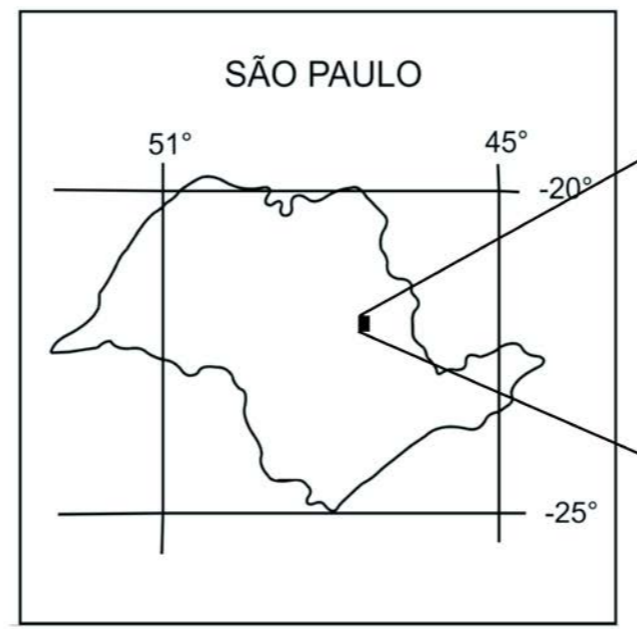
- P1  
Pontos de Campo
- Estradas
- SP-191



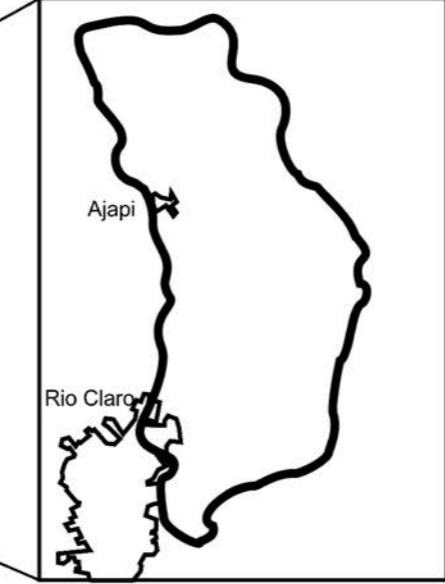
1:50,000



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO TRABALHO NA UNIDADE DA FEDERAÇÃO



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO EM RELAÇÃO À RIO CLARO E AJAPI



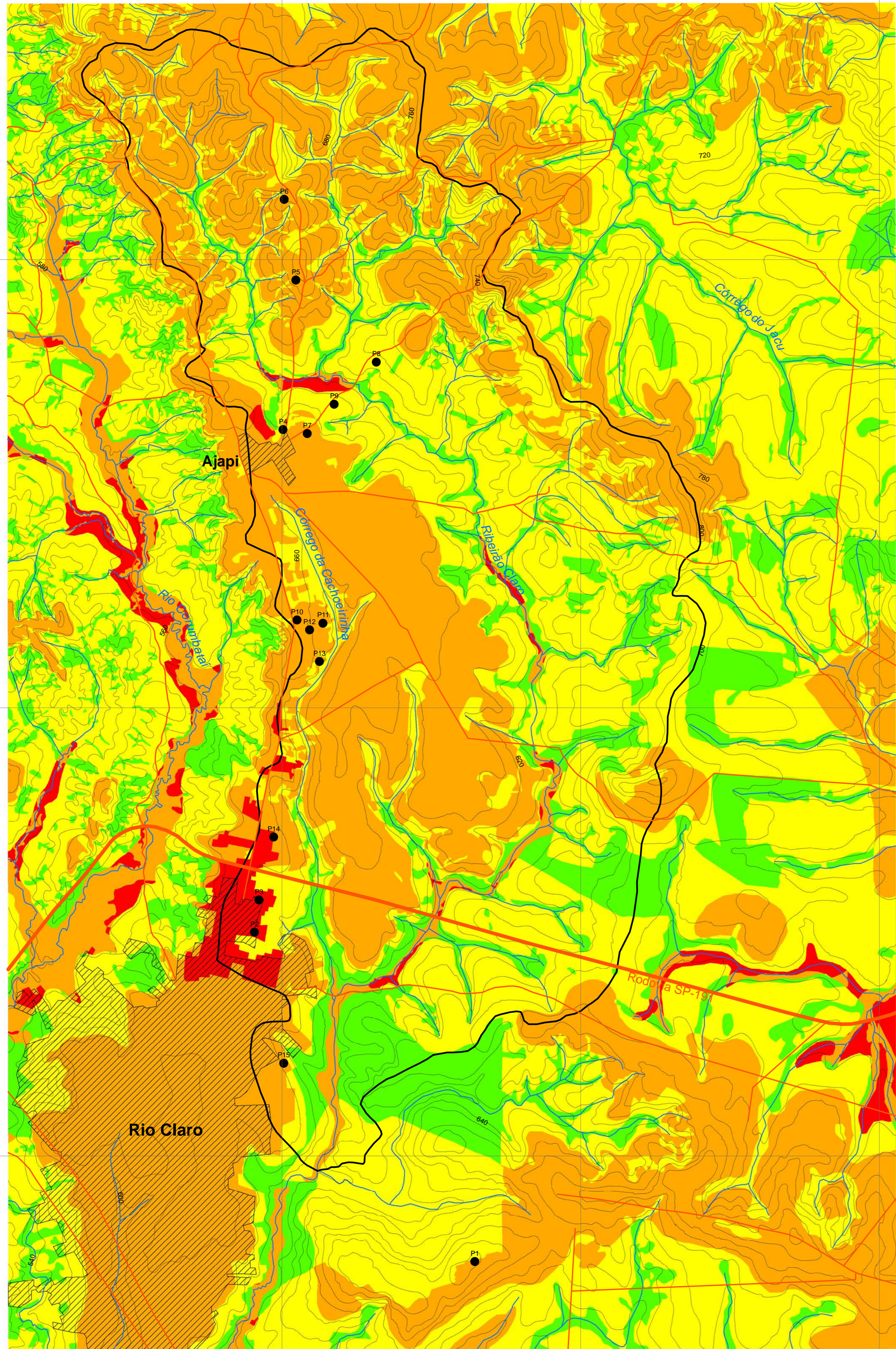
**unesp**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Trabalho de Conclusão de Curso

Estudo da Vulnerabilidade dos Solos  
na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro - SP

**MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO  
APÊNDICE I**

Autor : Felipe Pereira de Sisto  
Janeiro/2016



# Legenda

## Graus de Vulnerabilidade

- Baixa
- Média
- Alta
- Muito Alta

## Convenções Topográficas

- Drenagens
- Curvas de nível

**P1** Pontos de Campo

Estradas

SP-191

### Quadro de Vulnerabilidades das Unidades Geológicas

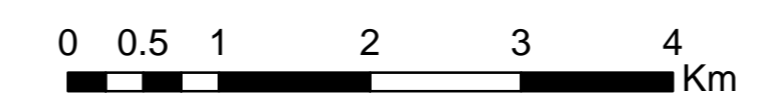
Peso das classes em relação à sua vulnerabilidade	Unidade Geológica
1 - Baixa	Corumbataí
2 - Média	Serra Geral
3 - Alta	Rio Claro; Pirambóia
4 - Muito Alta	Depósitos aluvionares

### Quadro de Vulnerabilidades do Uso e Ocupação do Solo

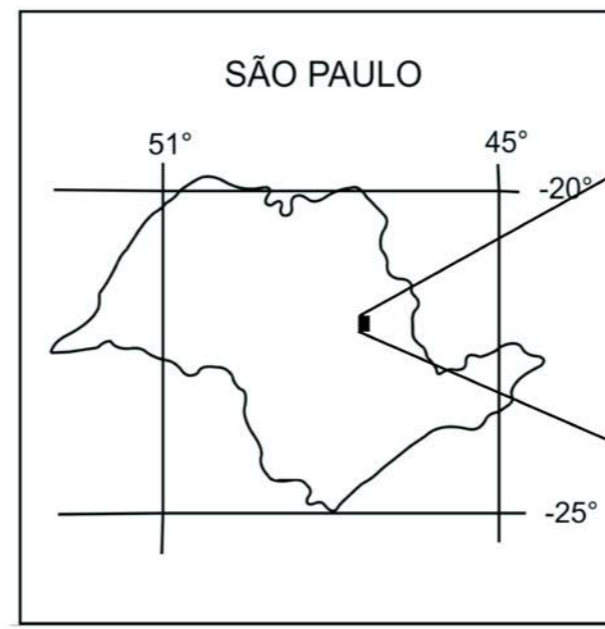
Peso das classes em relação à sua vulnerabilidade	Uso e ocupação do solo
1 - Baixa	Campo Sujo; Mata Nativa
2 - Média	Pastagem
3 - Alta	Cultura Perene; Cultura Sazonal; Lagoa/Represa; Área Residencial
4 - Muito Alta	Mineração; Área Industrial



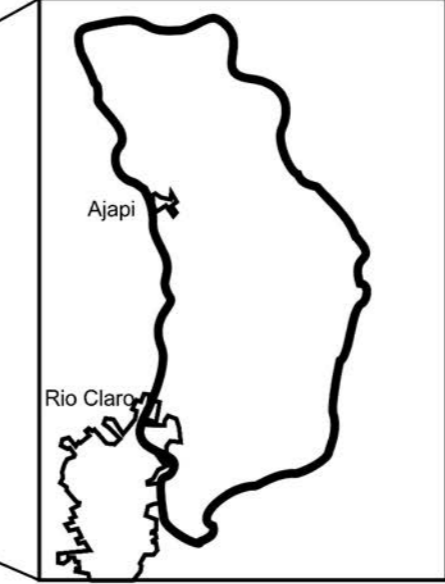
1:50,000



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO TRABALHO NA UNIDADE DA FEDERAÇÃO



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO EM RELAÇÃO À RIO CLARO E AJAPI



**unesp**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Trabalho de Conclusão de Curso

Estudo da Vulnerabilidade dos Solos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro - SP

**MAPA DE VULNERABILIDADE APÊNDICE II**

Autor : Felipe Pereira de Sisto  
Janeiro/2016

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº:01</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 15/09/2015
<b>GPS:</b> X-0241874 Y-7517880 Z-732	

**Caracterização Geológico-Geotécnica:** Solo muito argiloso da Formação Serra Geral.  
 Coloração vermelho escuro a marrom, com presença de magnetita.  
 Presença de blocos de diabásio em local próximo.

<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual	<input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar	<input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar	<input type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus	<input checked="" type="checkbox"/> C/ Blocos

**Presença de Possível Fonte de Contaminates:**

Plantação de cana-de-açúcar ao lado.

<b>Fotos:</b>		<b>Vulnerabilidade:</b>
		<input checked="" type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Muito Alta

<b>Retirada de amostras:</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº: AD-01	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº: AIA-01	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº:



<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 02</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 15/09/2015
<b>GPS:</b> X-0237449 Y-7524490 Z-647	

**Caracterização Geológico-Geotécnica:** Solo da Formação Rio Claro, com coloração marrom e predominantemente arenoso, com alguns restos vegetais.


Ponto localizado no parque industrial, em relevo de topos planos.

Camada com aproximadamente 5cm de solo marrom escuro, rico em matéria orgânica.

<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>	
<input type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual	<input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar	<input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar	<input checked="" type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus	<input type="checkbox"/> C/ Blocos

**Presença de Possível Fonte de Contaminates:**

Proximidade a indústrias.

<b>Fotos:</b>		<b>Vulnerabilidade:</b>
		<input type="checkbox"/> Baixa
		<input type="checkbox"/> Média
		<input type="checkbox"/> Alta
		<input checked="" type="checkbox"/> Muito Alta

**Retirada de amostras:**

<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº: AD-02	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº: AIA-02	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº:
--	--	---

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 03</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 15/09/2015
<b>GPS:</b> X-0237539 Y-7525141 Z-635	

**Caracterização Geológico-Geotécnica:** Solo da Formação Rio Claro, com coloração marrom areno-argiloso, com restos vegetais.

Ponto localizado no parque industrial, em relevo de topos planos.

Solo homogêneo, sem presença da camada de solo rico em matéria orgânica do ponto 2.

<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>	
<input type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual	<input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar	<input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar	<input checked="" type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus	<input type="checkbox"/> C/ Blocos

**Presença de Possível Fonte de Contaminates:**

Proximidade a indústrias.

<b>Fotos:</b>		<b>Vulnerabilidade:</b>
		<input type="checkbox"/> Baixa
		<input type="checkbox"/> Média
		<input type="checkbox"/> Alta
		<input checked="" type="checkbox"/> Muito Alta

**Retirada de amostras:**

<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº: AD-03	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº: AIA-03	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº:
--	--	---

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 04</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 17/09/2015
<b>GPS:</b> X-0238020 Y-7534583 Z-673	

**Caracterização Geológico-Geotécnica:** Solo da Formação Rio Claro, com coloração marrom muito arenoso e com restos vegetais.

Relevo de meia encosta, pouco declivoso.

Presença de arenitos em localidade próxima.

<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual	<input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar	<input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar	<input checked="" type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus	<input type="checkbox"/> C/ Blocos

**Presença de Possível Fonte de Contaminates:**

Proximidade a atividade de mineração.

<b>Fotos:</b>		<b>Vulnerabilidade:</b>
		<input type="checkbox"/> Baixa
		<input type="checkbox"/> Média
		<input type="checkbox"/> Alta
		<input checked="" type="checkbox"/> Muito Alta

**Retirada de amostras:**


<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº: AD-04	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº: AIA-04	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº:
--	--	---

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 05</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 17/09/2015
<b>GPS:</b> X-0238279 Y-7537588 Z-729	

<b>Caracterização Geológico-Geotécnica:</b> Solo muito arenoso da Formação Pirambóia, de coloração marrom claro, com poucos restos vegetais.  Relevo aplainado.  Ponto próximo a plantação de cana-de-açúcar.	
<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>
<input type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar <input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar <input type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus <input type="checkbox"/> C/ Blocos
<b>Presença de Possível Fonte de Contaminantes:</b>	
Proximidade à plantação de cana-de-açúcar. Uso de fertilizantes e agrotóxicos.	
<b>Fotos:</b>	<b>Vulnerabilidade:</b>
	<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Muito Alta

<b>Retirada de amostras:</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº: AD-05	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº: AIA-05	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº:

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 06</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 17/09/2015
<b>GPS:</b> X-0238046 Y-7539207 Z-735	

<b>Caracterização Geológico-Geotécnica:</b> Solo areno-argiloso de coloração castanho. Em um corte de estrada próximo, foi observado linhas de seixos.	
Relevo de topo aplainado.	
Ponto próximo à plantação de eucalipto.	
<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>
<input type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar <input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar <input type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus <input type="checkbox"/> C/ Blocos
<b>Presença de Possível Fonte de Contaminantes:</b>	
Proximidade à plantação de eucaliptos. Uso de fertilizantes e agrotóxicos.	
<b>Fotos:</b>	<b>Vulnerabilidade:</b>
	<input type="checkbox"/> Baixa <input checked="" type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Muito Alta

<b>Retirada de amostras:</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº: AD-06	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº: AIA-06	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº:

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 07</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 17/09/2015
<b>GPS:</b> X-0238507 Y-7534502 Z-664	

**Caracterização Geológico-Geotécnica:** Solo arenoso da Formação Rio Claro, com variação de coloração no perfil. Na parte superior ele possui uma coloração marrom escuro, que vai clareando na porção inferior.

Relevo de meia encosta, com pouca declividade.

Proximidade com plantação de cana-de-açúcar.

<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>	
<input type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual	<input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar	<input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar	<input type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus	<input type="checkbox"/> C/ Blocos

**Presença de Possível Fonte de Contaminates:**

Proximidade à plantação cana-de-açúcar. Uso de fertilizantes e agrotóxicos.

<b>Fotos:</b>	<b>Vulnerabilidade:</b>
	<input type="checkbox"/> Baixa
	<input type="checkbox"/> Média
	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
	<input type="checkbox"/> Muito Alta

**Retirada de amostras:**

<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo
Nº: AD-07	Nº: AIA-07	Nº:

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 08</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 17/09/2015
<b>GPS:</b> X-0239898 Y-7535944 Z-675	

**Caracterização Geológico-Geotécnica:** Solo marrom avermelhado argiloso e sem restos vegetais.

Afloramento em meia encosta, com baixa declividade.

Proximidade à plantação de cana-de-açúcar.

<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>	
<input type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual	<input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar	<input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar	<input type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus	<input type="checkbox"/> C/ Blocos

**Presença de Possível Fonte de Contaminates:**

Proximidade à plantação cana-de-açúcar. Uso de fertilizantes e agrotóxicos.

<b>Fotos:</b>		<b>Vulnerabilidade:</b>
		<input checked="" type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Muito Alta

<b>Retirada de amostras:</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº: AD-08	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº: AIA-08	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº:

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 09</b>
<b>Equipe: Felipe e Alan</b>	<b>Data: 10/10/2015</b>
<b>GPS: X-0239049 Y-7535096 Z-636</b>	

**Caracterização Geológico-Geotécnica:** Afloramento em corte de estrada, com aproximadamente 2 metros de altura, em meio a relevo de topos aplainados.

Solo argiloso da Fm. Corumbataí, de coloração marrom avermelhada. Presença de restos vegetais e blocos de argilitos avermelhados na base do afloramento.

<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual	<input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar	<input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar	<input checked="" type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input checked="" type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus	<input checked="" type="checkbox"/> C/ Blocos

**Presença de Possível Fonte de Contaminates:**

Proximidade à plantação cana-de-açúcar. Uso de fertilizantes e agrotóxicos.

<b>Fotos:</b>		<b>Vulnerabilidade:</b>
		<input checked="" type="checkbox"/> Baixa
		<input type="checkbox"/> Média
		<input type="checkbox"/> Alta
		<input type="checkbox"/> Muito Alta

<b>Retirada de amostras:</b>		
<input type="checkbox"/> Amostra Deformada	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo
Nº:	Nº:	Nº: AIC-09



<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 10</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 10/10/2015
<b>GPS:</b> X-0238304 Y-7550762 Z-642	

**Caracterização Geológico-Geotécnica:** Ponto realizado em meio à plantação de eucaliptos. Relevo de topos aplainados.

Solo areno argiloso pertencente à Formação Rio Claro, de coloração marrom e com restos vegetais.

<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>	
<input type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual	<input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar	<input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar	<input checked="" type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus	<input type="checkbox"/> C/ Blocos

**Presença de Possível Fonte de Contaminates:**

Em meio à plantação de eucaliptos. Uso de fertilizantes e agrotóxicos.

<b>Fotos:</b>		<b>Vulnerabilidade:</b>
		<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Muito Alta

**Retirada de amostras:**

<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº: AD-10	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº: AIA-10	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº:
--	--	---

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 11</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 10/10/2015
<b>GPS:</b> X-0238828 Y-7530697 Z-644	

<p><b>Caracterização Geológico-Geotécnica:</b> Ponto realizado próximo à plantação perene.</p> <p>Relevo de meia encostas pouco declivosas.</p> <p>Solo areno argiloso da Formação Rio Claro, de coloração marrom e com restos vegetais.</p>	
<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>
<input type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar <input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar <input checked="" type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus <input type="checkbox"/> C/ Blocos
<b>Presença de Possível Fonte de Contaminates:</b>	
Em meio à plantação de eucaliptos. Uso de fertilizantes e agrotóxicos.	
<b>Fotos:</b>	<b>Vulnerabilidade:</b>
	<input type="checkbox"/> Baixa
	<input type="checkbox"/> Média
	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
	<input type="checkbox"/> Muito Alta

<b>Retirada de amostras:</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº: AD-11	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº: AIA-11	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº:

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 12</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 10/10/2015
<b>GPS:</b> X-0238557 Y-7530562 Z-654	

<b>Caracterização Geológico-Geotécnica:</b> Ponto realizado próximo à plantação de cana-de-açúcar. Relevo de topos aplainados. Solo areno argiloso da Formação Rio Claro, de coloração marrom, com manchas mais claras.	
<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>
<input type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar <input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar <input checked="" type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus <input type="checkbox"/> C/ Blocos
<b>Presença de Possível Fonte de Contaminates:</b>	
Proximidade à plantação de cana de açúcar. Uso de fertilizantes e agrotóxicos.	
<b>Fotos:</b>	<b>Vulnerabilidade:</b>
	<input type="checkbox"/> Baixa
	<input type="checkbox"/> Média
	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
	<input type="checkbox"/> Muito Alta

<b>Retirada de amostras:</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº: AD-12	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº: AIA-12	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº:

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 13</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 10/10/2015
<b>GPS:</b> X-238753 Y-7529927 Z-654	

**Caracterização Geológico-Geotécnica:** Afloramento em meia encosta, pouco declivosa.  
Solo areno argiloso da Formação Rio Claro, de coloração marrom e com restos vegetais.

<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>	
<input type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual	<input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar	<input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar	<input checked="" type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus	<input type="checkbox"/> C/ Blocos

**Presença de Possível Fonte de Contaminates:**

<b>Fotos:</b>	<b>Vulnerabilidade:</b> <input type="checkbox"/> Baixa <input checked="" type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Muito Alta
---------------	--

<b>Retirada de amostras:</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº: AD-13	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº: AIA-13	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº:

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 14</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 10/10/2015
<b>GPS:</b> X-237836 Y-7526399 Z-649	

<b>Caracterização Geológico-Geotécnica:</b> Afloramento em meia encosta, pouco declivosa, próximo à plantação de cana de açúcar.  Solo areno argiloso da Formação Rio Claro, de coloração marrom, e com manchas mais claras e com restos vegetais.	
<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>
<input type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar <input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar <input checked="" type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus <input type="checkbox"/> C/ Blocos
<b>Presença de Possível Fonte de Contaminates:</b>	
Proximidade à plantação de cana de açúcar. Uso de agrotóxicos e fertilizantes.	
<b>Fotos:</b>	<b>Vulnerabilidade:</b>
	<input type="checkbox"/> Baixa
	<input type="checkbox"/> Média
	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
	<input type="checkbox"/> Muito Alta

<b>Retirada de amostras:</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº: AD-14	<input checked="" type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº: AIA-14	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº:

<b>Projeto: Estudo da vulnerabilidade do Aquífero Rio Claro na porção centro-norte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Claro-SP</b>	<b>Ficha nº: 15</b>
<b>Equipe:</b> Felipe e Alan	<b>Data:</b> 24/10/2015
<b>GPS:</b> X-238040 Y-7521864 Z-608	

<b>Caracterização Geológico-Geotécnica:</b> Afloramento em meia encosta, pouco declivosa, próximo à UNESP.  Corte de estrada com 1,5 metros de altura, com solo areno argiloso, de coloração marrom avermelhada com restos vegetais.	
<b>Rocha:</b>	<b>Solo:</b>
<input type="checkbox"/> Aflorante/ sub-aflorante	<input checked="" type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Laterítico
<input type="checkbox"/> Matacão	<input type="checkbox"/> Aluvionar <input type="checkbox"/> Saprolítico
<input type="checkbox"/> Sã	<input type="checkbox"/> Coluvionar <input checked="" type="checkbox"/> Matéria Orgânica
<input type="checkbox"/> Alterada	<input type="checkbox"/> Tálus <input type="checkbox"/> C/ Blocos
<b>Presença de Possível Fonte de Contaminates:</b>	
<b>Fotos:</b>	<b>Vulnerabilidade:</b>
	<input type="checkbox"/> Baixa <input checked="" type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Muito Alta

<b>Retirada de amostras:</b>		
<input type="checkbox"/> Amostra Deformada Nº:	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em anéis Nº:	<input type="checkbox"/> Amostra Indeformada em cubo Nº: AIC-15



UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia					
ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU"					
PERMEÂMETRO "GUELPH"					
Classificação: Solo de Diabásio			Local : Horto Florestal Edmundo Navarro de Andrade (P1)		
PRIMEIRO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H1 = 5 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	17	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	18	1	1
3	1	2	19,3	1,3	1,3
4	1	3	20,5	1,2	1,2
5	1	4	21,5	1	1
6	1	5	22,7	1,2	1,2
7	1	6	23,9	1,2	1,2
8	1	7	25	1,1	1,1
9	1	8	26,2	1,2	1,2
10	1	9	27,3	1,1	1,1
		<b>constante =</b>	<b>1,1</b>	<b>cm/min.</b>	
SEGUNDO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H2 = 10 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	40	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	41,5	1,5	1,5
3	1	2	43	1,5	1,5
4	1	3	44,5	1,5	1,5
5	1	4	46	1,5	1,5
6	1	5	47,5	1,5	1,5
7	1	6			
8	1	7			
9	1	8			
10	1	9			
		<b>constante =</b>	<b>1,5</b>	<b>cm/min.</b>	
RESERVATÓRIO UTILIZADO: (INTERNO E EXTERNO = X ) (INTERNO =Y)					
O valor de <b>R1</b> e <b>R2</b> expressos em segundos,são obtidos quando os valores de <b>R1</b> e <b>R2</b> permanecem constantes por pelo menos três leituras (intervalos de tempo) consecutivos.					
Para o primeiro conjunto de leituras,		$R1 = R1 / 60 =$	<b>0,0183</b>	<b>cm/seg</b>	
Para o segundo conjunto de leituras,		$R2 = R1 / 60 =$	<b>0,0250</b>	<b>cm/seg</b>	
O coeficiente de condutividade hidráulica " <i>in situ</i> " <b>k</b> pode ser obtido por uma das seguintes expressões:					
$I - K = \{ ( 0,0041 ) . ( X ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( X ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,000123</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizados ambos os reservatórios,interno e externo <b>X = 35,22 cm2</b>					
ou					
$II - K = \{ ( 0,0041 ) . ( Y ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( Y ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,000008</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizado apenas o reservatório interno <b>Y = 2,15cm2</b>					



UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia					
ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU"					
PERMEÂMETRO "GUELPH"					
Classificação: Solo da Formação Rio Claro			Local : Parque Industrial (P2)		
PRIMEIRO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H1 = 5 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	10	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	11,6	1,6	1,6
3	1	2	13	1,4	1,4
4	1	3	14,6	1,6	1,6
5	1	4	16,1	1,5	1,5
6	1	5	17,8	1,7	1,7
7	1	6	19,4	1,6	1,6
8	1	7	20,9	1,5	1,5
9	1	8	22,5	1,6	1,6
10	1	9	24,1	1,6	1,6
		<b>constante =</b>	<b>1,6</b>	<b>cm/min.</b>	
SEGUNDO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H2 = 10 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	35	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	38,5	3,5	3,5
3	1	2	41,9	3,4	3,4
4	1	3	45,3	3,4	3,4
5	1	4	48,7	3,4	3,4
6	1	5	52,1	3,4	3,4
7	1	6			
8	1	7			
9	1	8			
10	1	9			
		<b>constante =</b>	<b>3,4</b>	<b>cm/min.</b>	
RESERVATÓRIO UTILIZADO: (INTERNO E EXTERNO = X ) (INTERNO =Y )					
O valor de <b>R1</b> e <b>R2</b> expressos em segundos,são obtidos quando os valores de <b>R1</b> e <b>R2</b> permanecem constantes por pelo menos três leituras (intervalos de tempo) consecutivos.					
Para o primeiro conjunto de leituras,		$R1 = R1 / 60 =$	<b>0,0267</b>	<b>cm/seg</b>	
Para o segundo conjunto de leituras,		$R2 = R1 / 60 =$	<b>0,0567</b>	<b>cm/seg</b>	
O coeficiente de condutividade hidráulica " <i>in situ</i> " <b>k</b> pode ser obtido por uma das seguintes expressões:					
$I - K = \{ ( 0,0041 ) . ( X ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( X ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,003111</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizados ambos os reservatórios,interno e externo <b>X = 35,22 cm2</b>					
ou					
$II - K = \{ ( 0,0041 ) . ( Y ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( Y ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,000190</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizado apenas o reservatório interno <b>Y = 2,15cm2</b>					

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia					
ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU"					
PERMEÂMETRO "GUELPH"					
Classificação: Solo arenoso			Local : Próximo à mineração Mandu (P4)		
PRIMEIRO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H1 = 5 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	0,5	0	20	xxxxxxx	xxxxxxx
2	0,5	0,5	23,7	3,7	7,4
3	0,5	1	27,5	3,8	7,6
4	0,5	1,5	31	3,5	7
5	0,5	2	34,7	3,7	7,4
6	0,5	2,5	38	3,3	6,6
7	0,5	3	41,8	3,8	7,6
8	0,5	3,5	45,4	3,6	7,2
9	0,5	4	51,2		
10	0,5	4,5	55	3,8	7,6
		<b>constante =</b>	<b>7,4</b>	<b>cm/min.</b>	
SEGUNDO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H2 = 10 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	20	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	0,5	25,9	5,9	11,8
3	1	1	31	5,1	10,2
4	1	1,5	36	5	10
5	1	2	41,2	5,2	10,4
6	1	2,5	46,5	5,3	10,6
7	1	3	51,8	5,3	10,6
8	1	3,5	57,2	5,4	10,8
9	1	4	62,5	5,3	10,6
10	1	4,5			
		<b>constante =</b>	<b>10,6</b>	<b>cm/min.</b>	
RESERVATÓRIO UTILIZADO: (INTERNO E EXTERNO = X ) (INTERNO =Y)					
O valor de <b>R1</b> e <b>R2</b> expressos em segundos,são obtidos quando os valores de <b>R1</b> e <b>R2</b> permanecem constantes por pelo menos três leituras (intervalos de tempo) consecutivos.					
Para o primeiro conjunto de leituras,		<b>R1 = R1 / 60 =</b>	<b>0,1233</b>	<b>cm/seg</b>	
Para o segundo conjunto de leituras,		<b>R2 = R1 / 60 =</b>	<b>0,1767</b>	<b>cm/seg</b>	
O coeficiente de condutividade hidráulica " <i>in situ</i> " <b>k</b> pode ser obtido por uma das seguintes expressões:					
<b>I - K = {( 0,0041 ) . ( X ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( X ) . ( R1 )} =</b>			<b>0,002055</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizados ambos os reservatórios,interno e externo <b>X = 35,22 cm2</b>					
ou					
<b>II - K = {( 0,0041 ) . ( Y ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( Y ) . ( R1 )} =</b>			<b>0,000125</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizado apenas o reservatório interno <b>Y = 2,15cm2</b>					

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia					
ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU"					
PERMEÂMETRO "GUELPH"					
Classificação: Solo arenoso			Local : Beira de estrada próxima a Ajapi (P5)		
PRIMEIRO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H1 = 5 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	12	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	13,9	1	1
3	1	2	14,9	0,9	0,9
4	1	3	15,9	1	1
5	1	4	16,9	1	1
6	1	5			
7	1	6			
8	1	7			
9	1	8			
10	1	9			
		<b>constante =</b>	<b>1</b>	<b>cm/min.</b>	
SEGUNDO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H2 = 10 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	25	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	27,4	2,4	2,4
3	1	2	29,6	2,2	2,2
4	1	3	32	2,4	2,4
5	1	4	35		
6	1	5	37,4	2,4	2,4
7	1	6			
8	1	7			
9	1	8			
10	1	9			
		<b>constante =</b>	<b>2,4</b>	<b>cm/min.</b>	
RESERVATÓRIO UTILIZADO: (INTERNO E EXTERNO = X ) (INTERNO =Y)					
O valor de <b>R1</b> e <b>R2</b> expressos em segundos,são obtidos quando os valores de <b>R1</b> e <b>R2</b> permanecem constantes por pelo menos três leituras (intervalos de tempo) consecutivos.					
Para o primeiro conjunto de leituras,		<b>R1 = R1 / 60 =</b>	<b>0,0167</b>	<b>cm/seg</b>	
Para o segundo conjunto de leituras,		<b>R2 = R1 / 60 =</b>	<b>0,0400</b>	<b>cm/seg</b>	
O coeficiente de condutividade hidráulica " <i>in situ</i> " <b>k</b> pode ser obtido por uma das seguintes expressões:					
<b>I - K = {( 0,0041 ) . ( X ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( X ) . ( R1 )} =</b>			<b>0,002606</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizados ambos os reservatórios,interno e externo <b>X = 35,22 cm2</b>					
ou					
<b>II - K = {( 0,0041 ) . ( Y ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( Y ) . ( R1 )} =</b>			<b>0,000159</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizado apenas o reservatório interno <b>Y = 2,15cm2</b>					

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia					
ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU"					
PERMEÂMETRO "GUELPH"					
Classificação: Solo areno-argiloso			Local : Próximo a plantação de eucalipto (P6)		
PRIMEIRO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H1 = 5 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	2	0	9,6	xxxxxxx	xxxxxxx
2	2	2	13,2	3,6	1,8
3	2	4	16,3	3,1	1,55
4	2	6	19	2,7	1,35
5	2	8	22,8	2,8	1,4
6	2	10	26	3,2	1,6
7	2	12	29,6	3,6	1,8
8	2	14	33,1	3,5	1,75
9	2	16	36,5	3,4	1,7
10					
		<b>constante =</b>	<b>1,7</b>	<b>cm/min.</b>	
SEGUNDO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H2 = 10 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	2	0	17,5	xxxxxxx	xxxxxxx
2	2	2	28,5	11	5,5
3	2	4	39,8	11,3	5,65
4	2	6	49,9	10,1	5,05
5	2	8	60	10,1	5,05
6	2	10	70	10	5
7	2	12			
8	2	14			
9	2	16			
10	2	18			
		<b>constante =</b>	<b>5</b>	<b>cm/min.</b>	
RESERVATÓRIO UTILIZADO: (INTERNO E EXTERNO = X ) (INTERNO =Y )					
O valor de <b>R1</b> e <b>R2</b> expressos em segundos,são obtidos quando os valores de <b>R1</b> e <b>R2</b> permanecem constantes por pelo menos três leituras (intervalos de tempo) consecutivos.					
Para o primeiro conjunto de leituras,		$R1 = R1 / 60 =$	<b>0,0283</b>	<b>cm/seg</b>	
Para o segundo conjunto de leituras,		$R2 = R1 / 60 =$	<b>0,0833</b>	<b>cm/seg</b>	
O coeficiente de condutividade hidráulica "in situ" <b>k</b> pode ser obtido por uma das seguintes expressões:					
$I - K = \{ ( 0,0041 ) . ( X ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( X ) . ( R1 ) \} =$		<b>0,006645</b>	<b>cm/seg</b>		
se tiverem sido utilizados ambos os reservatórios,interno e externo <b>X = 35,22 cm2</b>					
ou					
$II - K = \{ ( 0,0041 ) . ( Y ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( Y ) . ( R1 ) \} =$		<b>0,000406</b>	<b>cm/seg</b>		
se tiverem sido utilizado apenas o reservatório interno <b>Y = 2,15cm2</b>					

UNESP - Campus de Rio Claro						
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia						
ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU"						
PERMEÂMETRO "GUELPH"						
Classificação: Solo arenoso			Local : Próximo a Ajapi (P7)			
<b>PRIMEIRO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H1 = 5 CM )</b>						
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)	
1	1	0	15	xxxxxxx	xxxxxxx	
2	1	1	18	3	3	
3	1	2	21	3	3	
4	1	3	23,9	2,9	2,9	
5	1	4	26,8	2,8	2,8	
6	1	5	29,6	2,8	2,8	
7	1	6	32,4	2,8	2,8	
8	1	7	35,2	2,8	2,8	
9						
10						
<b>constante =</b>			<b>2,8</b>	<b>cm/min.</b>		
<b>SEGUNDO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H2 = 10 CM )</b>						
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)	
1	1	0	20	xxxxxxx	xxxxxxx	
2	1	1	24,3	4,3	4,3	
3	1	2	28,5	4,2	4,2	
4	1	3	32,8	4,3	4,3	
5	1	4	37	4,2	4,2	
6	1	5	41,2	4,2	4,2	
7	1	6	45,5	4,3	4,2	
8	1	7				
9	1	8				
10	1	9				
<b>constante =</b>			<b>4,2</b>	<b>cm/min.</b>		
<b>RESERVATÓRIO UTILIZADO: (INTERNO E EXTERNO = X ) (INTERNO =Y )</b>						
O valor de <b>R1</b> e <b>R2</b> expressos em segundos,são obtidos quando os valores de <b>R1</b> e <b>R2</b> permanecem constantes por pelo menos três leituras (intervalos de tempo) consecutivos.						
Para o primeiro conjunto de leituras,		$R1 = R1 / 60 =$	<b>0,0467</b>	<b>cm/seg</b>		
Para o segundo conjunto de leituras,		$R2 = R1 / 60 =$	<b>0,0700</b>	<b>cm/seg</b>		
O coeficiente de condutividade hidráulica " <i>in situ</i> " <b>k</b> pode ser obtido por uma das seguintes expressões:						
$I - K = \{ ( 0,0041 ) . ( X ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( X ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,001233</b>	<b>cm/seg</b>		
se tiverem sido utilizados ambos os reservatórios,interno e externo <b>X = 35,22 cm2</b>						
ou						
$II - K = \{ ( 0,0041 ) . ( Y ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( Y ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,001233</b>	<b>cm/seg</b>		
se tiverem sido utilizado apenas o reservatório interno <b>Y = 2,15cm2</b>						

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia					
ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU"					
PERMEÂMETRO "GUELPH"					
Classificação: Solo argiloso			Local : Estrada próxima a Ajapi (P8)		
PRIMEIRO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H1 = 5 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	30	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	33	3	3
3	1	2	36,2	3,2	3,2
4	1	3	39,1	2,9	2,9
5	1	4	43	2,8	2,8
6	1	5	46,1	3,1	3,1
7	1	6	49,3	3,2	3,2
8	1	7	52,4	3,1	3,1
9	1	8	55,5	3,1	3,1
10	1	9	58,6	3,1	3,1
<b>constante =</b>			<b>3,1</b>	<b>cm/min.</b>	
SEGUNDO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H2 = 10 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	36	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	44,3	8,3	8,3
3	1	2	53,2	8,9	8,9
4	1	3	62,1	8,9	8,9
5	1	4	71	8,9	8,9
6					
7					
8					
9					
10					
<b>constante =</b>			<b>8,9</b>	<b>cm/min.</b>	
RESERVATÓRIO UTILIZADO: (INTERNO E EXTERNO = X ) (INTERNO =Y)					
O valor de <b>R1</b> e <b>R2</b> expressos em segundos,são obtidos quando os valores de <b>R1</b> e <b>R2</b> permanecem constantes por pelo menos três leituras (intervalos de tempo) consecutivos.					
Para o primeiro conjunto de leituras,		$R1 = R1 / 60 =$	<b>0,0517</b>	<b>cm/seg</b>	
Para o segundo conjunto de leituras,		$R2 = R1 / 60 =$	<b>0,1483</b>	<b>cm/seg</b>	
O coeficiente de condutividade hidráulica " <i>in situ</i> " <b>k</b> pode ser obtido por uma das seguintes expressões:					
$I - K = \{ ( 0,0041 ) . ( X ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( X ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,011593</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizados ambos os reservatórios,interno e externo <b>X = 35,22 cm2</b>					
ou					
$II - K = \{ ( 0,0041 ) . ( Y ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( Y ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,000707</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizado apenas o reservatório interno <b>Y = 2,15cm2</b>					

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia					
ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU"					
PERMEÂMETRO "GUELPH"					
Classificação: Solo arenoso			Local : Próximo à plantação de eucaliptos (P10)		
PRIMEIRO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H1 = 5 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	0	0	12	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	13,2	1,2	1,2
3	2	1	14,4	1,2	1,2
4	3	1	15,6	1,2	1,2
5	4	1	16,8	1,2	1,2
6					
7					
8					
9					
10					
		<b>constante =</b>	<b>1,2</b>	<b>cm/min.</b>	
SEGUNDO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H2 = 10 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	0	1	25	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	28,3	3,3	3,3
3	2	1	31,8	3,5	3,5
4	3	1	34,5	2,7	3,7
5	4	1	38,4	3,9	3,9
6	5	1	42,3	3,9	3,9
7	6	1	46,1	3,8	3,8
8	7	1	49,9	3,8	3,8
9					
10					
		<b>constante =</b>	<b>3,8</b>	<b>cm/min.</b>	
RESERVATÓRIO UTILIZADO: (INTERNO E EXTERNO = X ) (INTERNO =Y )					
O valor de <b>R1</b> e <b>R2</b> expressos em segundos,são obtidos quando os valores de <b>R1</b> e <b>R2</b> permanecem constantes por pelo menos três leituras (intervalos de tempo) consecutivos.					
Para o primeiro conjunto de leituras,		$R1 = R1 / 60 =$	<b>0,0200</b>	<b>cm/seg</b>	
Para o segundo conjunto de leituras,		$R2 = R1 / 60 =$	<b>0,0633</b>	<b>cm/seg</b>	
O coeficiente de condutividade hidráulica "in situ" <b>k</b> pode ser obtido por uma das seguintes expressões:					
$I - K = \{ ( 0,0041 ) . ( X ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( X ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,005342</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizados ambos os reservatórios,interno e externo <b>X = 35,22 cm2</b>					
ou					
$II - K = \{ ( 0,0041 ) . ( Y ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( Y ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,000326</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizado apenas o reservatório interno <b>Y = 2,15cm2</b>					

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia					
ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU"					
PERMEÂMETRO "GUELPH"					
Classificação: Solo areno-argiloso			Local : Próximo à plantação perene (P11)		
PRIMEIRO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H1 = 5 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	0	1	13	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	14	1	1
3	2	1	15,1	1,1	1,1
4	3	1	16,2	1,1	1,1
5	4	1	17,3	1,1	1,1
6	5	1	18,4	1,1	1,1
7					
8					
9					
10					
		<b>constante =</b>	<b>1,1</b>	<b>cm/min.</b>	
SEGUNDO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H2 = 10 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	0	1	25	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	27,4	2,4	2,4
3	2	1	29,5	2,1	2,1
4	3	1	31,6	2,1	2,1
5	4	1	33,8	2,2	2,2
6	5	1	36	2,2	2,2
7	6	1	38,2	2,2	2,2
8					
9					
10					
		<b>constante =</b>	<b>2,2</b>	<b>cm/min.</b>	
RESERVATÓRIO UTILIZADO: (INTERNO E EXTERNO = X ) (INTERNO =Y )					
O valor de <b>R1</b> e <b>R2</b> expressos em segundos,são obtidos quando os valores de <b>R1</b> e <b>R2</b> permanecem constantes por pelo menos três leituras (intervalos de tempo) consecutivos.					
Para o primeiro conjunto de leituras,		<b>R1 = R1 / 60 =</b>	<b>0,0183</b>	<b>cm/seg</b>	
Para o segundo conjunto de leituras,		<b>R2 = R1 / 60 =</b>	<b>0,0367</b>	<b>cm/seg</b>	
O coeficiente de condutividade hidráulica " <i>in situ</i> " <b>k</b> pode ser obtido por uma das seguintes expressões:					
<b>I - K = {( 0,0041 ) . ( X ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( X ) . ( R1 )} =</b>			<b>0,001808</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizados ambos os reservatórios,interno e externo <b>X = 35,22 cm2</b>					
ou					
<b>II - K = {( 0,0041 ) . ( Y ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( Y ) . ( R1 )} =</b>			<b>0,000110</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizado apenas o reservatório interno <b>Y = 2,15cm2</b>					



UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia					
ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU"					
PERMEÂMETRO "GUELPH"					
Classificação: Solo areno-argiloso			Local : Próximo à plantação de cana (P12)		
PRIMEIRO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H1 = 5 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	11	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	12,4	1,4	1,4
3	1	2	13,9	1,5	1,5
4	1	3	15,1	1,2	1,2
5	1	4	16,5	1,4	1,4
6	1	5	18	1,5	1,5
7	1	6	19,4	1,4	1,4
8	1	7	20,9	1,5	1,5
9	1	8	22,3	1,4	1,4
10	1	9	23,8	1,5	1,5
<b>constante =</b>			<b>1,45</b>	<b>cm/min.</b>	
SEGUNDO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H2 = 10 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	35	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	38,9	3,9	3,9
3	1	2	43	4,1	4,1
4	1	3	47	4	4
5	1	4	51	4	4
6	1	5	55	4	4
7					
8					
9					
10					
<b>constante =</b>			<b>4</b>	<b>cm/min.</b>	
RESERVATÓRIO UTILIZADO: (INTERNO E EXTERNO = X ) (INTERNO =Y )					
O valor de <b>R1</b> e <b>R2</b> expressos em segundos,são obtidos quando os valores de <b>R1</b> e <b>R2</b> permanecem constantes por pelo menos três leituras (intervalos de tempo) consecutivos.					
Para o primeiro conjunto de leituras,		$R1 = R1 / 60 =$	<b>0,0242</b>	<b>cm/seg</b>	
Para o segundo conjunto de leituras,		$R2 = R1 / 60 =$	<b>0,0667</b>	<b>cm/seg</b>	
O coeficiente de condutividade hidráulica "in situ" <b>k</b> pode ser obtido por uma das seguintes expressões:					
$I - K = \{ ( 0,0041 ) . ( X ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( X ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,005031</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizados ambos os reservatórios,interno e externo <b>X = 35,22 cm2</b>					
ou					
$II - K = \{ ( 0,0041 ) . ( Y ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( Y ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,000307</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizado apenas o reservatório interno <b>Y = 2,15cm2</b>					

UNESP - Campus de Rio Claro						
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia						
ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU"						
PERMEÂMETRO "GUELPH"						
Classificação: Solo areno-argiloso			Local : Estrada de terra (P13)			
PRIMEIRO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H1 = 5 CM )						
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)	
1	1	0	10	xxxxxxx	xxxxxxx	
2	1	1	10,8	0,8	0,8	
3	1	2	11,6	0,6	0,6	
4	1	3	12,2	0,6	0,6	
5	1	4	12,8	0,6	0,6	
6	1	5	13,4	0,6	0,6	
7						
8						
9						
10						
<b>constante =</b>			<b>0,6</b>	<b>cm/min.</b>		
SEGUNDO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H2 = 10 CM )						
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)	
1	1	0	20	xxxxxxx	xxxxxxx	
2	1	1	21,3	1,3	1,3	
3	1	2	22,7	1,4	1,4	
4	1	3	24,2	1,5	1,5	
5	1	4	25,8	1,6	1,6	
6	1	5	27	1,2	1,2	
7	1	6	28,5	1,5	1,5	
8	1	7	30	1,5	1,5	
9	1	8	31,5	1,5	1,5	
10						
<b>constante =</b>			<b>1,5</b>	<b>cm/min.</b>		
RESERVATÓRIO UTILIZADO: (INTERNO E EXTERNO = X ) (INTERNO =Y )						
O valor de <b>R1</b> e <b>R2</b> expressos em segundos,são obtidos quando os valores de <b>R1</b> e <b>R2</b> permanecem constantes por pelo menos três leituras (intervalos de tempo) consecutivos.						
Para o primeiro conjunto de leituras,		$R1 = R1 / 60 =$	<b>0,0100</b>	<b>cm/seg</b>		
Para o segundo conjunto de leituras,		$R2 = R1 / 60 =$	<b>0,0250</b>	<b>cm/seg</b>		
O coeficiente de condutividade hidráulica " <i>in situ</i> " <b>k</b> pode ser obtido por uma das seguintes expressões:						
$I - K = \{ ( 0,0041 ) . ( X ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( X ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,001708</b>	<b>cm/seg</b>		
se tiverem sido utilizados ambos os reservatórios,interno e externo <b>X = 35,22 cm2</b>						
ou						
$II - K = \{ ( 0,0041 ) . ( Y ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( Y ) . ( R1 ) \} =$			<b>0,000104</b>	<b>cm/seg</b>		
se tiverem sido utilizado apenas o reservatório interno <b>Y = 2,15cm2</b>						

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia					
ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU"					
PERMEÂMETRO "GUELPH"					
Classificação: Solo areno-argiloso			Local : Próximo ao Parque Industrial (P14)		
PRIMEIRO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H1 = 5 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	8	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	8,6	0,6	0,6
3	1	2	9,2	0,6	0,6
4	1	3	9,8	0,6	0,6
5	1	4	10,4	0,6	0,6
6					
7					
8					
9					
10					
		<b>constante =</b>	<b>0,6</b>	<b>cm/min.</b>	
SEGUNDO CONJUNTO DE LEITURAS ( P / H2 = 10 CM )					
NÚMERO DE LEITURAS	TEMPO (MINUTO)	INTERV. TEMPO (MINUTO)	NIV. D'ÁGUA (CM)	VAR.NIVEL D'ÁGUA (CM)	R1 (CM/MINUTO)
1	1	0	15	xxxxxxx	xxxxxxx
2	1	1	16,3	1,3	1,3
3	1	2	17,5	1,2	1,2
4	1	3	18,5	1	1
5	1	4	19,6	1,1	1,1
6	1	5	20,8	1,2	1,2
7	1	6	22	1,2	1,2
8	1	7	23,2	1,2	1,2
9	1	8	25,4	1,2	1,2
10					
		<b>constante =</b>	<b>1,2</b>	<b>cm/min.</b>	
RESERVATÓRIO UTILIZADO: (INTERNO E EXTERNO = X ) (INTERNO =Y )					
O valor de <b>R1</b> e <b>R2</b> expressos em segundos,são obtidos quando os valores de <b>R1</b> e <b>R2</b> permanecem constantes por pelo menos três leituras (intervalos de tempo) consecutivos.					
Para o primeiro conjunto de leituras,		<b>R1 = R1 / 60 =</b>	<b>0,0100</b>	<b>cm/seg</b>	
Para o segundo conjunto de leituras,		<b>R2 = R1 / 60 =</b>	<b>0,0200</b>	<b>cm/seg</b>	
O coeficiente de condutividade hidráulica " <i>in situ</i> " <b>k</b> pode ser obtido por uma das seguintes expressões:					
<b>I - K = {( 0,0041 ) . ( X ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( X ) . ( R1 )} =</b>			<b>0,000986</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizados ambos os reservatórios,interno e externo <b>X = 35,22 cm2</b>					
ou					
<b>II - K = {( 0,0041 ) . ( Y ) . ( R2 ) - ( 0,0054 ) . ( Y ) . ( R1 )} =</b>			<b>0,000060</b>	<b>cm/seg</b>	
se tiverem sido utilizado apenas o reservatório interno <b>Y = 2,15cm2</b>					

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo da Fm. Rio Claro		Local : Parque Industrial de Rio Claro (P2)			
		Sondagem nº :		Amostra nº : AIA-02	
Resp. Laboratório :		Profundidade :		Data : 15/09	
Poço nº:		Bloco nº :		C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cápsula nº:		25	14	43	
Sólidos+Tara+Água:	g	23,41	25,14	25,5	
Sólidos+Tara:	g	21,7	23,25	23,65	
Tara:	g	6,44	6,43	7,11	
Massa d'água:	g	1,71	1,89	1,85	
Massa de sólidos:	g	15,26	16,82	16,54	<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>11,21</b>	<b>11,24</b>	<b>11,19</b>	<b>11,21</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>4</b>
Altura do anel	cm - H	5,1	5,1	5,1	
Diâmetro do anel	cm - D	5	5	5	
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A	19,64	19,64	19,64	
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V	100,14	100,14	100,14	
Massa do anel	g	97,31	97,95	98,05	
Massa do anel+solo úmido	g	282,23	283,19	280,54	
Massa do solo úmido	g - M	184,92	185,24	182,49	
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$	1,85	1,85	1,82	
Teor de umidade	% - w	11,21	11,21	11,21	
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>	<b>1,66051328</b>	<b>1,66338676</b>	<b>1,63869277</b>	
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>	<b>0,58986985</b>	<b>0,58712337</b>	<b>0,61104024</b>	
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>	<b>37,1017698</b>	<b>36,9929258</b>	<b>37,928304</b>	
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>	<b>50,167182</b>	<b>50,4018572</b>	<b>48,4290664</b>	

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo de diabásio			Local : Horto Florestal Edmundo Navarro de Andrade (P1)		
			Sondagem nº :	Amostra nº : AIA-01	
Resp. Laboratório :			Profundidade :	Data : 15/09	
		Poço nº :	Bloco nº :	C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cápsula nº:		24	33	31	
Sólidos+Tara+Água:	g	21,66	24,39	21,48	
Sólidos+Tara:	g	18,09	20,22	18	
Tara:	g	6,73	6,8	6,66	
Massa d'água:	g	3,57	4,17	3,48	
Massa de sólidos:	g	11,36	13,42	11,34	<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>31,43</b>	<b>31,07</b>	<b>30,69</b>	<b>31,06</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Altura do anel	cm - H	5,1	5,1	5,1	
Diâmetro do anel	cm - D	5	5	5	
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A	19,64	19,64	19,64	
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V	100,14	100,14	100,14	
Massa do anel	g	96,56	98,1	96,01	
Massa do anel+solo úmido	g	255,41	261,7	267,87	
Massa do solo úmido	g - M	158,85	163,60	171,86	
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$	1,59	1,63	1,72	
Teor de umidade	% - w	31,06	31,06	31,06	
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>	<b>1,21034265</b>	<b>1,24653483</b>	<b>1,30947113</b>	
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>	<b>2,95</b>	<b>2,95</b>	<b>2,95</b>	
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>	<b>1,43732631</b>	<b>1,36656042</b>	<b>1,2528179</b>	
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>	<b>58,9714354</b>	<b>57,7445819</b>	<b>55,6111482</b>	
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>	<b>63,7529532</b>	<b>67,0543327</b>	<b>73,1421517</b>	

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo da Fm. Rio Claro		Local : Parque Industrial de Rio Claro (P3)			
		Sondagem nº :		Amostra nº : AIA-03	
Resp. Laboratório :		Profundidade :		Data : 15/09	
Poço nº:		Bloco nº :		C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:		1	2	3	4
Cápsula nº:		3	13	26	
Sólidos+Tara+Água:	g	27,69	23,34	25,02	
Sólidos+Tara:	g	25,45	21,53	22,94	
Tara:	g	6,95	6,65	6,17	
Massa d'água:	g	2,24	1,81	2,08	
Massa de sólidos:	g	18,50	14,88	16,77	<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>12,11</b>	<b>12,16</b>	<b>12,40</b>	<b>12,23</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº		1	2	3	4
Altura do anel	cm - H	5,1	5,1	5,1	
Diâmetro do anel	cm - D	5	5	5	
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A	19,64	19,64	19,64	
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V	100,14	100,14	100,14	
Massa do anel	g	97,25	96,69	96,39	
Massa do anel+solo úmido	g	295,68	291,09	288,27	
Massa do solo úmido	g - M	198,43	194,40	191,88	
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$	1,98	1,94	1,92	
Teor de umidade	% - w	12,23	12,23	12,23	
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>	<b>1,76569788</b>	<b>1,72983756</b>	<b>1,70741374</b>	
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>	<b>0,49515953</b>	<b>0,52615486</b>	<b>0,54619817</b>	
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>	<b>33,1175047</b>	<b>34,4758499</b>	<b>35,3252371</b>	
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>	<b>65,1793276</b>	<b>61,339669</b>	<b>59,0887461</b>	

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo arenoso			Local : Perto da mineração Mandu		
			Sondagem nº :	Amostra nº : AIA-04	
Resp. Laboratório :			Profundidade :	Data : 17/09	
		Poço nº:	Bloco nº :	C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cápsula nº:		6	10	41	
Sólidos+Tara+Água:	g	22,04	26,43	23,67	
Sólidos+Tara:	g	20,65	24,57	22,06	
Tara:	g	7,29	6,88	6,9	
Massa d'água:	g	1,39	1,86	1,61	
Massa de sólidos:	g	13,36	17,69	15,16	<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>10,40</b>	<b>10,51</b>	<b>10,62</b>	<b>10,51</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº			<b>7</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
Altura do anel	cm - H		5,1	5,1	5,1
Diâmetro do anel	cm - D		5	5	5
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A		19,64	19,64	19,64
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V		100,14	100,14	100,14
Massa do anel	g		97,45	96,84	98,02
Massa do anel+solo úmido	g		283,64	268,48	287,07
Massa do solo úmido	g - M		186,19	171,64	189,05
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$		1,86	1,71	1,89
Teor de umidade	% - w		10,51	10,51	10,51
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>		<b>1,6824507</b>	<b>1,55097394</b>	<b>1,70829424</b>
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>		<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>		<b>0,56913959</b>	<b>0,70215625</b>	<b>0,54540121</b>
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>		<b>36,2708067</b>	<b>41,250987</b>	<b>35,2918847</b>
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>		<b>48,764874</b>	<b>39,5268432</b>	<b>50,8873458</b>

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo arenoso			Local : Estrada perto de Ajapi		
			Sondagem nº :	Amostra nº : AIA-05	
Resp. Laboratório :			Profundidade :	Data : 17/09	
		Poço nº:	Bloco nº :	C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cápsula nº:		18	27	38	
Sólidos+Tara+Água:	g	22,9	22,37	20,92	
Sólidos+Tara:	g	21,65	21,25	19,92	
Tara:	g	6,26	6,44	6,75	
Massa d'água:	g	1,25	1,12	1,00	
Massa de sólidos:	g	15,39	14,81	13,17	<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>8,12</b>	<b>7,56</b>	<b>7,59</b>	<b>7,76</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº		<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>4</b>
Altura do anel	cm - H	5,1	5,1	5,1	
Diâmetro do anel	cm - D	5	5	5	
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A	19,64	19,64	19,64	
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V	100,14	100,14	100,14	
Massa do anel	g	96,59	98,06	97,76	
Massa do anel+solo úmido	g	281,09	285,77	272,98	
Massa do solo úmido	g - M	184,50	187,71	175,22	
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$	1,84	1,87	1,75	
Teor de umidade	% - w	7,76	7,76	7,76	
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>	<b>1,70978259</b>	<b>1,73953003</b>	<b>1,62378377</b>	
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>	<b>2,63</b>	<b>2,63</b>	<b>2,63</b>	
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>	<b>0,53820726</b>	<b>0,51190262</b>	<b>0,61967378</b>	
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>	<b>34,9892551</b>	<b>33,8581739</b>	<b>38,2591723</b>	
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>	<b>37,9161026</b>	<b>39,8644609</b>	<b>32,9313946</b>	



UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo areno-argiloso		Local : Perto a plantação de eucalipto			
		Sondagem nº :	Amostra nº : AIA-06		
Resp. Laboratório :		Profundidade :	Data : 17/09		
	Poço nº:	Bloco nº :	C.P. nº :		
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
Cápsula nº:	23	32	34		
Sólidos+Tara+Água: g	21,89	22,63	20,68		
Sólidos+Tara: g	21,03	21,79	19,93		
Tara: g	6,65	7,39	6,62		
Massa d'água: g	0,86	0,84	0,75		
Massa de sólidos: g	14,38	14,40	13,31		<b>Média</b>
<b>Teor de umidade: %</b>	<b>5,98</b>	<b>5,83</b>	<b>5,63</b>		<b>5,82</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº		<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>4</b>
Altura do anel	cm - H	5,1	5,1	5,1	
Diâmetro do anel	cm - D	5	5	5	
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A	19,64	19,64	19,64	
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V	100,14	100,14	100,14	
Massa do anel	g	96,76	96,55	96,67	
Massa do anel+solo úmido	g	272,98	264,21	260,65	
Massa do solo úmido	g - M	176,22	167,66	163,98	
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$	1,76	1,67	1,64	
Teor de umidade	% - w	5,82	5,82	5,82	
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>	<b>1,66303652</b>	<b>1,58225345</b>	<b>1,54752428</b>	
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>	<b>0,58745762</b>	<b>0,6685064</b>	<b>0,70595062</b>	
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>	<b>37,0061925</b>	<b>40,0661573</b>	<b>41,3816562</b>	
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>	<b>26,1378446</b>	<b>22,9689292</b>	<b>21,7506376</b>	

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo arenoso		Local : Perto de Ajapi			
		Sondagem nº :		Amostra nº : AIA-07	
Resp. Laboratório :		Profundidade :		Data : 17/09	
Poço nº:		Bloco nº :		C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cápsula nº:		19	21	35	
Sólidos+Tara+Água:	g	21,7	22,59	21,51	
Sólidos+Tara:	g	20,53	21,36	20,4	
Tara:	g	6,82	6,8	7,5	
Massa d'água:	g	1,17	1,23	1,11	
Massa de sólidos:	g	13,71	14,56	12,90	<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>8,53</b>	<b>8,45</b>	<b>8,60</b>	<b>8,53</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº		<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>4</b>
Altura do anel	cm - H	5,1	5,1	5,1	
Diâmetro do anel	cm - D	5	5	5	
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A	19,64	19,64	19,64	
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V	100,14	100,14	100,14	
Massa do anel	g	96,75	96,55	98,07	
Massa do anel+solo úmido	g	261,8	258,96	268	
Massa do solo úmido	g - M	165,05	162,41	169,93	
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$	1,65	1,62	1,70	
Teor de umidade	% - w	8,53	8,53	8,53	
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>	<b>1,51869123</b>	<b>1,49439953</b>	<b>1,56359407</b>	
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>	<b>2,78</b>	<b>2,78</b>	<b>2,78</b>	
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>	<b>0,83052351</b>	<b>0,86027895</b>	<b>0,77795507</b>	
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>	<b>45,370819</b>	<b>46,2446211</b>	<b>43,755609</b>	
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>	<b>28,5483026</b>	<b>27,56087</b>	<b>30,4773853</b>	

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo argiloso			Local : Estrada próxima a Ajapi		
			Sondagem nº :	Amostra nº : AIA-08	
Resp. Laboratório :			Profundidade :	Data : 17/09	
		Poço nº:	Bloco nº :	C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cápsula nº:		4	17	42	
Sólidos+Tara+Água:	g	22,02	20	21,27	
Sólidos+Tara:	g	19,61	17,72	19,01	
Tara:	g	7,4	6,36	7,56	
Massa d'água:	g	2,41	2,28	2,26	
Massa de sólidos:	g	12,21	11,36	11,45	<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>19,74</b>	<b>20,07</b>	<b>19,74</b>	<b>19,85</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº		<b>16</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>4</b>
Altura do anel	cm - H	5,1	5,1	5,1	
Diâmetro do anel	cm - D	5	5	5	
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A	19,64	19,64	19,64	
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V	100,14	100,14	100,14	
Massa do anel	g	97,93	96,66	96,83	
Massa do anel+solo úmido	g	270,73	275,78	276,84	
Massa do solo úmido	g - M	172,80	179,12	180,01	
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$	1,73	1,79	1,80	
Teor de umidade	% - w	19,85	19,85	19,85	
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>	<b>1,4398228</b>	<b>1,49248299</b>	<b>1,49989874</b>	
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>	<b>2,62</b>	<b>2,62</b>	<b>2,62</b>	
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>	<b>0,81966836</b>	<b>0,7554639</b>	<b>0,74678459</b>	
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>	<b>45,0449313</b>	<b>43,0350005</b>	<b>42,7519565</b>	
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>	<b>63,4449251</b>	<b>68,8369069</b>	<b>69,6369461</b>	

UNESP - Campus de Rio Claro						
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia						
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO						
(método da cravação do anel)						
Classificação : Solo areno-argiloso			Local : Próximo a Ajapi (P9)			
			Sondagem nº :	Amostra nº : AIA-09		
Resp. Laboratório :			Profundidade :	Data : 10/10		
		Poço nº :	Bloco nº :	C.P. nº :		
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Determinação nº:		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
Cápsula nº:		35	2	41		
Sólidos+Tara+Água:	g	20,97	21,09	19		
Sólidos+Tara:	g	18,42	18,49	16,71		
Tara:	g	7,5	7,31	6,9		
Massa d'água:	g	2,55	2,60	2,29		
Massa de sólidos:	g	10,92	11,18	9,81		<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>23,35</b>	<b>23,26</b>	<b>23,34</b>		<b>23,32</b>

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo areno-argiloso		Local : Plantação de eucaliptos (P10)			
		Sondagem nº :		Amostra nº : AIA-10	
Resp. Laboratório :		Profundidade :		Data : 10/10	
Poço nº:		Bloco nº :		C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cápsula nº:		10	21	33	
Sólidos+Tara+Água:	g	27,35	24,5	23,48	
Sólidos+Tara:	g	25,52	22,93	22,02	
Tara:	g	6,88	6,8	6,8	
Massa d'água:	g	1,83	1,57	1,46	
Massa de sólidos:	g	18,64	16,13	15,22	<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>9,82</b>	<b>9,73</b>	<b>9,59</b>	<b>9,71</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº		<b>12</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
Altura do anel	cm - H	5,1	5,1	5,1	
Diâmetro do anel	cm - D	5	5	5	
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A	19,64	19,64	19,64	
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V	100,14	100,14	100,14	
Massa do anel	g	98,02	96,69	97,95	
Massa do anel+solo úmido	g	279,96	280,32	272,72	
Massa do solo úmido	g - M	181,94	183,63	174,77	
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$	1,82	1,83	1,75	
Teor de umidade	% - w	9,71	9,71	9,71	
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>	<b>1,6560097</b>	<b>1,67139201</b>	<b>1,59074869</b>	
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>	<b>2,63</b>	<b>2,63</b>	<b>2,63</b>	
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>	<b>0,58815494</b>	<b>0,5735387</b>	<b>0,65330955</b>	
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>	<b>37,0338515</b>	<b>36,4489731</b>	<b>39,5152591</b>	
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>	<b>43,4396924</b>	<b>44,5467238</b>	<b>39,1074487</b>	

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo areno-argiloso		Local : Próximo à plantação (P11)			
		Sondagem nº :		Amostra nº : AIA-11	
Resp. Laboratório :		Profundidade :		Data : 10/10	
Poço nº:		Bloco nº :		C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cápsula nº:		22	19	43	
Sólidos+Tara+Água:	g	27,61	25,36	29,1	
Sólidos+Tara:	g	25,76	23,74	27,02	
Tara:	g	6,84	6,82	7,11	
Massa d'água:	g	1,85	1,62	2,08	
Massa de sólidos:	g	18,92	16,92	19,91	<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>9,78</b>	<b>9,57</b>	<b>10,45</b>	<b>9,93</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº		<b>11</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
Altura do anel	cm - H	5,1	5,1	5,1	
Diâmetro do anel	cm - D	5	5	5	
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A	19,64	19,64	19,64	
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V	100,14	100,14	100,14	
Massa do anel	g	96,39	96,55	96,84	
Massa do anel+solo úmido	g	289,83	288,39	288,89	
Massa do solo úmido	g - M	193,44	191,84	192,05	
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$	1,93	1,92	1,92	
Teor de umidade	% - w	9,93	9,93	9,93	
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>	<b>1,7571809</b>	<b>1,74264673</b>	<b>1,74455434</b>	
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>	<b>2,63</b>	<b>2,63</b>	<b>2,63</b>	
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>	<b>0,49671556</b>	<b>0,5091986</b>	<b>0,50754834</b>	
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>	<b>33,1870381</b>	<b>33,739668</b>	<b>33,6671353</b>	
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>	<b>52,593926</b>	<b>51,3045829</b>	<b>51,471396</b>	

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo areno-argiloso		Local : Próximo à plantação de cana (P12)			
		Sondagem nº :		Amostra nº : AIA-12	
Resp. Laboratório :		Profundidade :		Data : 10/10	
Poço nº:		Bloco nº :		C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cápsula nº:		29	31	15	
Sólidos+Tara+Água:	g	27,85	26,11	24,68	
Sólidos+Tara:	g	26,27	24,45	23,4	
Tara:	g	6,56	6,66	6,69	
Massa d'água:	g	1,58	1,66	1,28	
Massa de sólidos:	g	19,71	17,79	16,71	<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>8,02</b>	<b>9,33</b>	<b>7,66</b>	<b>8,34</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº		<b>23</b>	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>4</b>
Altura do anel	cm - H	5,1	5,1	5,1	
Diâmetro do anel	cm - D	5	5	5	
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A	19,64	19,64	19,64	
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V	100,14	100,14	100,14	
Massa do anel	g	96,66	97,42	98,07	
Massa do anel+solo úmido	g	281,1	281,25	280,67	
Massa do solo úmido	g - M	184,44	183,83	182,60	
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$	1,84	1,84	1,82	
Teor de umidade	% - w	8,34	8,34	8,34	
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>	<b>1,70012961</b>	<b>1,69450676</b>	<b>1,68316887</b>	
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>	<b>0,55282279</b>	<b>0,55797549</b>	<b>0,56847007</b>	
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>	<b>35,6011511</b>	<b>35,8141379</b>	<b>36,2436033</b>	
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>	<b>39,8075408</b>	<b>39,4399323</b>	<b>38,7118281</b>	

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo areno-argiloso		Local : Estrada de terra (P13)			
		Sondagem nº :		Amostra nº : AIA-13	
Resp. Laboratório :		Profundidade :		Data : 10/10	
Poço nº:		Bloco nº :		C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cápsula nº:		14	11	3	
Sólidos+Tara+Água:	g	26,54	26,81	26,56	
Sólidos+Tara:	g	24,78	24,98	24,78	
Tara:	g	6,43	6,96	6,95	
Massa d'água:	g	1,76	1,83	1,78	
Massa de sólidos:	g	18,35	18,02	17,83	<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>9,59</b>	<b>10,16</b>	<b>9,98</b>	<b>9,91</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº		<b>19</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Altura do anel	cm - H	5,1	5,1	5,1	
Diâmetro do anel	cm - D	5	5	5	
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A	19,64	19,64	19,64	
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V	100,14	100,14	100,14	
Massa do anel	g	96,67	96,56	96,01	
Massa do anel+solo úmido	g	285,04	283,14	275,85	
Massa do solo úmido	g - M	188,37	186,58	179,84	
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$	1,88	1,86	1,80	
Teor de umidade	% - w	9,91	9,91	9,91	
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>	<b>1,71148722</b>	<b>1,69522369</b>	<b>1,63398557</b>	
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>	<b>0,54251809</b>	<b>0,5573166</b>	<b>0,61568134</b>	
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>	<b>35,1709385</b>	<b>35,7869815</b>	<b>38,1066071</b>	
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>	<b>48,2237515</b>	<b>46,9432585</b>	<b>42,4931791</b>	



UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo areno-argiloso		Local : Próximo ao Parque Industrial (P14)			
		Sondagem nº :		Amostra nº : AIA-14	
Resp. Laboratório :		Profundidade :		Data : 10/10	
Poço nº:		Bloco nº :		C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
Cápsula nº:	46	45	13		
Sólidos+Tara+Água: g	28,2	27,49	26,96		
Sólidos+Tara: g	26,31	25,61	25,19		
Tara: g	6,8	6,56	6,65		
Massa d'água: g	1,89	1,88	1,77		
Massa de sólidos: g	19,51	19,05	18,54		<b>Média</b>
<b>Teor de umidade: %</b>	<b>9,69</b>	<b>9,87</b>	<b>9,55</b>		<b>9,70</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº		<b>15</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>4</b>
Altura do anel	cm - H	5,1	5,1	5,1	
Diâmetro do anel	cm - D	5	5	5	
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A	19,64	19,64	19,64	
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V	100,14	100,14	100,14	
Massa do anel	g	96,76	98,1	96,75	
Massa do anel+solo úmido	g	281,91	279,44	282,35	
Massa do solo úmido	g - M	185,15	181,34	185,60	
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$	1,85	1,81	1,85	
Teor de umidade	% - w	9,70	9,70	9,70	
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>	<b>1,68543499</b>	<b>1,65075226</b>	<b>1,68953138</b>	
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>	<b>0,56636121</b>	<b>0,59927087</b>	<b>0,56256346</b>	
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>	<b>36,1577655</b>	<b>37,4715052</b>	<b>36,0025993</b>	
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>	<b>45,2196714</b>	<b>42,7363809</b>	<b>45,5249401</b>	

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO SOLO					
(método da cravação do anel)					
Classificação : Solo areno-argiloso			Local : Próximo à UNESP (P15)		
			Sondagem nº :	Amostra nº : AIA-15	
Resp. Laboratório :			Profundidade :	Data : 24/10	
		Poço nº:	Bloco nº :	C.P. nº :	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Determinação nº:		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cápsula nº:		11	14	21	
Sólidos+Tara+Água:	g	23,28	23,36	22,93	
Sólidos+Tara:	g	20,99	20,97	20,67	
Tara:	g	6,96	6,43	6,8	
Massa d'água:	g	2,29	2,39	2,26	
Massa de sólidos:	g	14,03	14,54	13,87	<b>Média</b>
<b>Teor de umidade:</b>	<b>%</b>	<b>16,32</b>	<b>16,44</b>	<b>16,29</b>	<b>16,35</b>
MASSA ESPECÍFICA NATURAL DO SOLO					
Anel nº					
Altura do anel	cm - H				
Diâmetro do anel	cm - D				
Área da base do anel	cm <sup>2</sup> - A				
Volume do anel	cm <sup>3</sup> - V				
Massa do anel	g				
Massa do anel+solo úmido	g				
Massa do solo úmido	g - M				
Massa específica natural	g/cm <sup>3</sup> - $\rho$				
Teor de umidade	% - w				
<b>Massa específica seca</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_d</math></b>				
<b>Massa esp. dos sólidos</b>	<b>g/cm<sup>3</sup> - <math>\rho_s</math></b>				
<b>Índice de vazios</b>	<b>e</b>				
<b>Porosidade</b>	<b>% - n</b>				
<b>Grau de Saturação</b>	<b>% - Sr</b>				

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo argiloso			Local : Horto florestal (P1)		
			Profundidade :	Data : 15/09	
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,95</b>	Resp. Laboratório :		
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiante nº :				Defloculante Hexametáfosfato N <sub>a</sub>	
Sólidos+Tara+Água : g				Proveta nº : 01	
Sólidos+Tara : g				Densímetro : incolor	
Tara : g				Massa de solo úmido (g)	
Massa d'água : g	0,00	0,00	0,00		
Massa de sólidos : g	0,00	0,00	0,00		
Teor de umidade : %	0,00	0,00	0,00	Massa de solo seco (g)	
Média dos teores de umidade : %	<b>0,00</b>			<b>65,00</b>	
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g) 3,54
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,04	0,06	0,06	Massa ret. # 200 e 270 (g) 5,12
<b>16</b>	<b>1,19</b>	0,08	0,12	0,18	Massa retida no prato (g) 0,18
<b>30</b>	<b>0,59</b>	0,19	0,29	0,48	Massa retida de finos na proveta (g) 56,16
<b>40</b>	<b>0,42</b>	0,25	0,38	0,86	
<b>50</b>	<b>0,297</b>	0,52	0,80	1,66	
<b>60</b>	<b>0,25</b>	0,26	0,40	2,06	
<b>100</b>	<b>0,149</b>	2,20	3,38	5,45	
<b>200</b>	<b>0,074</b>	4,03	6,20	11,65	
<b>270</b>	<b>0,053</b>	1,09	1,68	13,32	Massa de sólidos final (g) 65,00
Prato/Proveta	<b>&lt; 0,053</b>	56,34	86,68	100,00	
SEDIMENTAÇÃO					
Tempo após agitar : min	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
Leitura do densímetro	agitar	30,0	28	26,0	26,0
Temperatura : °C	◇	25,5	25,5	25,5	25,1
Correção da temperatura	◇	3,0	3,0	3,0	3,0
Leitura corrigida :	◇	27,0	25,0	23,0	23,0
Altura de queda : cm	◇	11,0	11,3	12,1	12,1
Viscosidade da água :	◇	9,04	9,04	9,04	9,13
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	◇	0,9971	0,9971	0,9971	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	◇	0,028	0,020	0,015	0,011
Porcentagem que passa : %	◇	62,84	58,19	53,53	53,53
Tempo após agitar : min	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>480</b>
Leitura do densímetro	23	22	21,0	20,0	18,0
Temperatura : °C	24,7	24,2	23,6	23,2	25,3
Correção da temperatura	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Leitura corrigida :	20,0	19,0	18,0	17,0	15,0
Altura de queda : cm	12,6	12,9	13,0	13,2	13,8
Viscosidade da água :	9,10	9,34	9,4	9,56	9,13
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	0,9971	0,9973	0,9976	0,9976	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	0,0077	0,0056	0,0038	0,0029	0,0020
Porcentagem que passa : %	46,55	44,22	41,89	39,57	34,91

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo arenoso			Local : Parque industrial (P2)		
			Profundidade :		Data : 15/09
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,64</b>	Resp. Laboratório :		
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :				Defloculante	
Sólidos+Tara+Água : g				Hexametáfosfato N <sub>a</sub>	
Sólidos+Tara : g				Proveta nº : 02	
Tara : g				Densímetro : incolor	
Massa d'água : g				0,00	
Massa de sólidos : g				0,00	
Teor de umidade : %				0,00	
Média dos teores de umidade : %				<b>0,00</b>	
Massa de solo úmido (g)				270,00	
Massa de solo seco (g)				270,00	
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	%Ret.Ac.	
4	4,76	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g)
10	2,00	0,00	0,00	0,00	171,7
16	1,19	1,03	0,38	0,38	Massa ret. # 200 e 270 (g)
30	0,59	10,47	3,88	4,26	38,79
40	0,42	19,91	7,37	11,63	Massa retida no prato (g)
50	0,297	54,86	20,32	31,95	1,25
60	0,25	18,20	6,74	38,69	Massa retida de finos
100	0,149	67,23	24,90	63,59	na proveta (g)
200	0,074	34,63	12,83	76,42	58,26
270	0,053	4,16	1,54	77,96	Massa de sólidos final (g)
Prato/Proveta	< 0,053	59,51	22,04	100,00	270,00
SEDIMENTAÇÃO					
Tempo após agitar : min	0	2	4	8	15
Leitura do densímetro	agitar	31,0	30	28,0	27,0
Temperatura : °C	◇	25,5	25,5	25,5	25,0
Correção da temperatura	◇	3	3	3	3
Leitura corrigida :	◇	28,0	27,0	25,0	24,0
Altura de queda : cm	◇	11,2	11,4	11,7	11,9
Viscosidade da água :	◇	9,4	9,4	9,4	9,3
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	◇	0,997	0,997	0,997	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	◇	0,031	0,022	0,016	0,012
Porcentagem que passa : %	◇	16,69	16,10	14,91	14,31
Tempo após agitar : min	30	60	120	240	480
Leitura do densímetro	27	26	25,0	25,0	23,0
Temperatura : °C	24,6	24,2	23,6	23,6	25,2
Correção da temperatura	3	3	3	3	3
Leitura corrigida :	24,0	23,0	22,0	22,0	20,0
Altura de queda : cm	11,9	12,1	12,4	12,4	12,8
Viscosidade da água :	9,30	9,30	9,4	9,4	9,2
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	0,9972	0,9971	0,9975	0,9975	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	0,0083	0,0059	0,0041	0,0030	0,0021
Porcentagem que passa : %	14,31	13,71	13,12	13,12	11,92

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo arenoso			Local : Parque industrial (P3)		
			Profundidade :		Data : 15/09
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,64</b>	Resp. Laboratório :		
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :				Defloculante	
Sólidos+Tara+Água : g				Hexametafosfato N <sub>a</sub>	
Sólidos+Tara : g				Proveta nº : 03	
Tara : g				Densímetro : incolor	
Massa d'água : g		0,00	0,00	0,00	Massa de solo úmido (g)
Massa de sólidos : g		0,00	0,00	0,00	
Teor de umidade : %		0,00	0,00	0,00	Massa de solo seco (g)
Média dos teores de umidade : %		<b>0,00</b>			
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	Massa retida # 100 (g) 121,59 Massa ret. # 200 e 270 (g) 35,77 Massa retida no prato (g) 0,96 Massa retida de finos na proveta (g) 61,68 Massa de sólidos final (g) 220,00
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,25	0,11	0,11	
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,15	0,07	0,18	
<b>16</b>	<b>1,19</b>	1,05	0,48	0,66	
<b>30</b>	<b>0,59</b>	5,49	2,50	3,15	
<b>40</b>	<b>0,42</b>	10,70	4,86	8,02	
<b>50</b>	<b>0,297</b>	33,27	15,12	23,14	
<b>60</b>	<b>0,25</b>	13,27	6,03	29,17	
<b>100</b>	<b>0,149</b>	57,41	26,10	55,27	
<b>200</b>	<b>0,074</b>	32,15	14,61	69,88	
<b>270</b>	<b>0,053</b>	3,62	1,65	71,53	
Prato/Proveta	<b>&lt; 0,053</b>	62,63	28,47	100,00	
SEDIMENTAÇÃO					
Tempo após agitar : min	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
Leitura do densímetro	agitar	32,0	31	30,0	30,0
Temperatura : °C	◇	25,5	25,5	25,0	25,0
Correção da temperatura	◇	3	3	3	3
Leitura corrigida :	◇	29,0	28,0	27,0	27,0
Altura de queda : cm	◇	11,8	11,8	11,9	11,9
Viscosidade da água :	◇	9,04	9,04	9,13	9,13
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	◇	0,997	0,997	0,9971	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	◇	0,032	0,022	0,016	0,012
Porcentagem que passa : %	◇	21,22	20,49	19,76	19,76
Tempo após agitar : min	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>480</b>
Leitura do densímetro	29	28	28,0	27,0	26,0
Temperatura : °C	24,5	24,1	23,5	23,5	25,2
Correção da temperatura	3	3	3	3	3
Leitura corrigida :	26,0	25,0	25,0	24,0	23,0
Altura de queda : cm	12,0	12,0	12,1	12,1	11,7
Viscosidade da água :	9,25	9,34	9,45	9,45	9,13
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	0,9972	0,9973	0,9975	0,9975	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	0,0083	0,0059	0,0040	0,0030	0,0020
Porcentagem que passa : %	19,02	18,29	18,29	17,56	16,83

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo arenoso			Local : Próximo à mineração Mandu (P4)		
			Profundidade :		Data : 17/09
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,64</b>		Resp. Laboratório :	
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :			Defloculante		
Sólidos+Tara+Água : g			Hexametáfosfato N <sub>a</sub>		
Sólidos+Tara : g			Proveta nº : 04		
Tara : g			Densímetro : incolor		
Massa d'água : g		0,00	0,00	0,00	Massa de solo úmido (g)
Massa de sólidos : g		0,00	0,00	0,00	
Teor de umidade : %		0,00	0,00	0,00	Massa de solo seco (g)
Média dos teores de umidade : %		<b>0,00</b>		<b>200,00</b>	
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g)
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,17	0,09	0,09	141,25
<b>16</b>	<b>1,19</b>	1,30	0,65	0,74	Massa ret. # 200 e 270 (g)
<b>30</b>	<b>0,59</b>	6,33	3,17	3,90	37,38
<b>40</b>	<b>0,42</b>	10,86	5,43	9,33	Massa retida no prato (g)
<b>50</b>	<b>0,297</b>	32,97	16,49	25,82	0,46
<b>60</b>	<b>0,25</b>	15,45	7,73	33,54	Massa retida de finos
<b>100</b>	<b>0,149</b>	74,17	37,09	70,63	na proveta (g)
<b>200</b>	<b>0,074</b>	34,29	17,15	87,77	20,91
<b>270</b>	<b>0,053</b>	3,09	1,55	89,32	Massa de sólidos final (g)
Prato/Proveta	< <b>0,053</b>	21,36	10,68	100,00	200,00

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo arenoso			Local : Próximo à Ajapi (P5)		
			Profundidade :		Data : 17/09
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,63</b>	Resp. Laboratório :		
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :				Defloculante	
Sólidos+Tara+Água : g				Hexametáfosfato N <sub>a</sub>	
Sólidos+Tara : g				Proveta nº :	
Tara : g				Densímetro :	
Massa d'água : g		0,00	0,00	0,00	Massa de solo úmido (g)
Massa de sólidos : g		0,00	0,00	0	
Teor de umidade : %		0,00	0,00	0,00	Massa de solo seco (g)
Média dos teores de umidade : %		<b>0,00</b>			
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g) 69,19
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,00	0,00	0,00	
<b>16</b>	<b>1,19</b>	0,19	0,08	0,08	Massa ret. # 200 e 270 (g) 115,45
<b>30</b>	<b>0,59</b>	0,20	0,09	0,17	
<b>40</b>	<b>0,42</b>	0,51	0,22	0,38	Massa retida no prato (g) 4,25
<b>50</b>	<b>0,297</b>	7,77	3,31	3,69	
<b>60</b>	<b>0,25</b>	8,67	3,69	7,38	Massa retida de finos na proveta (g) 46,11
<b>100</b>	<b>0,149</b>	51,85	22,06	29,44	
<b>200</b>	<b>0,074</b>	100,11	42,60	72,04	Massa de sólidos final (g) 235,00
<b>270</b>	<b>0,053</b>	15,34	6,53	78,57	
Prato/Proveta		<b>&lt; 0,053</b>	50,36	21,43	100,00
SEDIMENTAÇÃO					
Tempo após agitar : min	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
Leitura do densímetro	agitar	22,5	21	20,5	20,0
Temperatura : °C	◊	25,5	25,5	25,4	25,2
Correção da temperatura	◊	3	3	3	3
Leitura corrigida :	◊	19,5	18,0	17,5	17,0
Altura de queda : cm	◊	12,9	13,1	13,1	13,3
Viscosidade da água :	◊	9,2	9,2	9,2	9,13
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	◊	0,997	0,997	0,997	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	◊	0,033	0,024	0,017	0,012
Porcentagem que passa : %	◊	13,39	12,36	12,02	11,67
Tempo após agitar : min	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>480</b>
Leitura do densímetro	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Temperatura : °C	24,9	24,5	23,9	23,2	25,1
Correção da temperatura	3	3	4	4	4
Leitura corrigida :	17,0	17,0	16,0	16,0	16,0
Altura de queda : cm	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
Viscosidade da água :	9,13	9,20	9,34	9,56	9,13
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	0,9971	0,9972	0,9973	0,9976	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	0,0087	0,0062	0,0042	0,0032	0,0022
Porcentagem que passa : %	11,67	11,67	10,99	10,99	10,99

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo areno-argiloso			Local : Próximo à Ajapi (P6)		
			Profundidade :	Data : 17/09	
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,64</b>	Resp. Laboratório :		
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :				Defloculante Hexametáfosfato N <sub>a</sub>	
Sólidos+Tara+Água : g				Proveta nº :	
Sólidos+Tara : g				Densímetro :	
Tara : g				Massa de solo úmido (g)	
Massa d'água : g	0,00	0,00	0,00		
Massa de sólidos : g	0,00	0,00	0,00		
Teor de umidade : %	0,00	0,00	0,00	Massa de solo seco (g)	
Média dos teores de umidade : %	<b>0,00</b>			<b>275,00</b>	
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g)
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,00	0,00	0,00	102,4
<b>16</b>	<b>1,19</b>	0,14	0,05	0,05	Massa ret. # 200 e 270 (g)
<b>30</b>	<b>0,59</b>	0,16	0,06	0,11	121,17
<b>40</b>	<b>0,42</b>	0,44	0,16	0,27	Massa retida no prato (g)
<b>50</b>	<b>0,297</b>	11,15	4,05	4,32	3,98
<b>60</b>	<b>0,25</b>	12,47	4,53	8,86	Massa retida de finos na proveta (g)
<b>100</b>	<b>0,149</b>	78,04	28,38	37,24	47,45
<b>200</b>	<b>0,074</b>	108,63	39,50	76,74	Massa de sólidos final (g)
<b>270</b>	<b>0,053</b>	12,54	4,56	81,30	275,00
Prato/Proveta	<b>&lt; 0,053</b>	51,43	18,70	100,00	
SEDIMENTAÇÃO					
Tempo após agitar : min	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
Leitura do densímetro	agitar	24,0	23	22,5	22,0
Temperatura : °C	◇	25,5	25,5	25,0	25,0
Correção da temperatura	◇	3	3	3	3
Leitura corrigida :	◇	21,0	20,0	19,5	19,0
Altura de queda : cm	◇	12,5	12,8	12,9	13
Viscosidade da água :	◇	9	9	9,13	9,13
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	◇	0,997	0,997	0,9971	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	◇	0,032	0,023	0,017	0,012
Porcentagem que passa : %	◇	12,29	11,71	11,41	11,12
Tempo após agitar : min	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>480</b>
Leitura do densímetro	22	21,5	21,0	21,0	21,0
Temperatura : °C	24,5	24,1	23,5	23,6	25,2
Correção da temperatura	3	3	4	4	4
Leitura corrigida :	19,0	18,5	17,0	17,0	17,0
Altura de queda : cm	13,0	13,0	13,2	13,2	13,2
Viscosidade da água :	9,20	9,34	9,42	9,42	9,13
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	0,9972	0,9973	0,9977	0,9977	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	0,0086	0,0061	0,0042	0,0031	0,0022
Porcentagem que passa : %	11,12	10,83	9,95	9,95	9,95



UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo arenoso			Local : Próximo à plantação de cana (P7)		
			Profundidade :		Data : 17/09
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,78</b>		Resp. Laboratório :	
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :				Defloculante	
Sólidos+Tara+Água : g				Hexametafosfato N <sub>a</sub>	
Sólidos+Tara : g				Proveta nº :	
Tara : g				Densímetro :	
Massa d'água : g		0,00	0,00	0,00	Massa de solo úmido (g)
Massa de sólidos : g		0,00	0,00	0,00	
Teor de umidade : %		0,00	0,00	0,00	Massa de solo seco (g)
Média dos teores de umidade : %		<b>0,00</b>		<b>200,00</b>	
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g)
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,00	0,00	0,00	69,52
<b>16</b>	<b>1,19</b>	0,66	0,33	0,33	Massa ret. # 200 e 270 (g)
<b>30</b>	<b>0,59</b>	5,19	2,60	2,93	43,08
<b>40</b>	<b>0,42</b>	10,20	5,10	8,03	Massa retida no prato (g)
<b>50</b>	<b>0,297</b>	30,58	15,29	23,32	0,52
<b>60</b>	<b>0,25</b>	12,76	6,38	29,70	Massa retida de finos
<b>100</b>	<b>0,149</b>	10,13	5,07	34,76	na proveta (g)
<b>200</b>	<b>0,074</b>	38,40	19,20	53,96	86,88
<b>270</b>	<b>0,053</b>	4,68	2,34	56,30	Massa de sólidos final (g)
Prato/Proveta	< <b>0,053</b>	87,40	43,70	100,00	200,00

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo argiloso			Local : Próximo à plantação de cana (P8)		
			Profundidade :		Data : 17/09
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,62</b>	Resp. Laboratório :		
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :				Defloculante	
Sólidos+Tara+Água : g				Hexametáfosfato N <sub>a</sub>	
Sólidos+Tara : g				Proveta nº :	
Tara : g				Densímetro :	
Massa d'água : g		0,00	0,00	0,00	Massa de solo úmido (g)
Massa de sólidos : g		0,00	0,00	0	
Teor de umidade : %		0,00	0,00	0,00	Massa de solo seco (g)
Média dos teores de umidade : %		<b>0,00</b>			
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g) 17,68
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,00	0,00	0,00	
<b>16</b>	<b>1,19</b>	0,04	0,05	0,05	Massa ret. # 200 e 270 (g) 11,39
<b>30</b>	<b>0,59</b>	0,16	0,19	0,24	
<b>40</b>	<b>0,42</b>	1,60	1,88	2,12	Massa retida no prato (g) 0,3
<b>50</b>	<b>0,297</b>	4,80	5,65	7,76	
<b>60</b>	<b>0,25</b>	2,05	2,41	10,18	Massa retida de finos na proveta (g) 55,63
<b>100</b>	<b>0,149</b>	9,03	10,62	20,80	
<b>200</b>	<b>0,074</b>	8,48	9,98	30,78	Massa de sólidos final (g) 85,00
<b>270</b>	<b>0,053</b>	2,91	3,42	34,20	
Prato/Proveta	< <b>0,053</b>	55,93	65,80	100,00	
SEDIMENTAÇÃO					
Tempo após agitar : min	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
Leitura do densímetro	agitar	26,0	25	23,0	22,0
Temperatura : °C	◇	25,3	25,2	25,0	24,9
Correção da temperatura	◇	3	3	3	3
Leitura corrigida :	◇	23,0	22,0	20,0	19,0
Altura de queda : cm	◇	12,2	12,5	12,7	12,9
Viscosidade da água :	◇	9,1	9,1	9,13	9,13
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	◇	0,9972	0,9972	0,9971	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	◇	0,032	0,023	0,017	0,012
Porcentagem que passa : %	◇	43,76	41,86	38,05	36,15
Tempo após agitar : min	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>480</b>
Leitura do densímetro	21	20	19,0	18,0	17,0
Temperatura : °C	24,8	24,4	23,8	23,0	25,0
Correção da temperatura	3	3	4	4	4
Leitura corrigida :	18,0	17,0	15,0	14,0	13,0
Altura de queda : cm	13,1	13,3	13,7	13,9	14,1
Viscosidade da água :	9,13	9,20	9,34	9,56	9,13
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	0,9971	0,9972	0,9973	0,9976	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	0,0087	0,0062	0,0043	0,0032	0,0022
Porcentagem que passa : %	34,25	32,35	28,54	26,64	24,73

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo areno-argiloso			Local : Próximo a Ajapi (P9)		
			Profundidade :		10/10/2015
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,63</b>	Resp. Laboratório :		
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :				Defloculante	
Sólidos+Tara+Água : g				Hexametáfosfato N <sub>a</sub>	
Sólidos+Tara : g				Proveta nº : 09	
Tara : g				Densímetro :	
Massa d'água : g		0,00	0,00	0,00	Massa de solo úmido (g)
Massa de sólidos : g		0,00	0,00	0,00	
Teor de umidade : %		0,00	0,00	0,00	Massa de solo seco (g)
Média dos teores de umidade : %		<b>0,00</b>			
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g) 26,27
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,03	0,03	0,03	
<b>16</b>	<b>1,19</b>	0,18	0,18	0,21	Massa ret. # 200 e 270 (g) 19,86
<b>30</b>	<b>0,59</b>	0,76	0,76	0,97	
<b>40</b>	<b>0,42</b>	1,21	1,21	2,18	Massa retida no prato (g) 0,65
<b>50</b>	<b>0,297</b>	4,16	4,16	6,35	
<b>60</b>	<b>0,25</b>	2,72	2,72	9,07	Massa retida de finos na proveta (g) 53,13
<b>100</b>	<b>0,149</b>	17,21	17,23	26,29	
<b>200</b>	<b>0,074</b>	17,24	17,26	43,55	Massa de sólidos final (g) 99,91
<b>270</b>	<b>0,053</b>	2,62	2,62	46,17	
Prato/Proveta	<b>&lt; 0,053</b>	53,78	53,83	100,00	
SEDIMENTAÇÃO					
Tempo após agitar : min	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
Leitura do densímetro	agitar	29,0	26,5	23,0	22,0
Temperatura : °C	◇	23,5	23,5	23,5	23,5
Correção da temperatura	◇	3	3	3	3
Leitura corrigida :	◇	26,0	23,5	20,0	19,0
Altura de queda : cm	◇	11,4	11,9	12,7	12,9
Viscosidade da água :	◇	9,4	9,4	9,4	9,4
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	◇	0,9974	0,9974	0,9974	0,9974
Diâmetro da partícula : mm	◇	0,032	0,023	0,017	0,012
Porcentagem que passa : %	◇	41,99	37,95	32,30	30,68
Tempo após agitar : min	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>480</b>
Leitura do densímetro	20	19,2	18,1	16,7	16,5
Temperatura : °C	23,5	23,0	22,5	23,2	23,0
Correção da temperatura	3	3	3	3	3
Leitura corrigida :	17,0	16,2	15,1	13,7	13,5
Altura de queda : cm	13,2	13,4	13,5	13,9	14
Viscosidade da água :	9,40	9,56	9,7	9,5	9,56
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	0,9974	0,9977	0,9975	0,9976	0,9976
Diâmetro da partícula : mm	0,0088	0,0063	0,0043	0,0032	0,0023
Porcentagem que passa : %	27,45	26,16	24,39	22,12	21,80

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo areno-argiloso			Local : Próximo a plantação (P10)		
			Profundidade :		10/10/2015
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,63</b>	Resp. Laboratório :		
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :					Defloculante
Sólidos+Tara+Água : g					Hexametáfosfato N <sub>a</sub>
Sólidos+Tara : g					Proveta nº : 09
Tara : g					Densímetro :
Massa d'água : g	0,00	0,00	0,00		Massa de solo úmido (g)
Massa de sólidos : g	0,00	0,00	0,00		
Teor de umidade : %	0,00	0,00	0,00		Massa de solo seco (g)
Média dos teores de umidade : %		<b>0,00</b>			<b>200,00</b>
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g)
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,00	0,00	0,00	127,36
<b>16</b>	<b>1,19</b>	0,50	0,25	0,25	Massa ret. # 200 e 270 (g)
<b>30</b>	<b>0,59</b>	5,09	2,55	2,80	34,43
<b>40</b>	<b>0,42</b>	11,67	5,84	8,63	Massa retida no prato (g)
<b>50</b>	<b>0,297</b>	32,43	16,22	24,85	0,27
<b>60</b>	<b>0,25</b>	13,43	6,72	31,56	Massa retida de finos
<b>100</b>	<b>0,149</b>	64,24	32,12	63,68	na proveta (g)
<b>200</b>	<b>0,074</b>	30,70	15,35	79,03	37,94
<b>270</b>	<b>0,053</b>	3,73	1,87	80,90	Massa de sólidos final (g)
Prato/Proveta	<b>&lt; 0,053</b>	38,21	19,11	100,00	200,00

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo areno-argiloso			Local : Próximo a plantação (P11)		
			Profundidade :		10/10/2015
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,63</b>	Resp. Laboratório :		
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :					Defloculante
Sólidos+Tara+Água : g					Hexametáfosfato N <sub>a</sub>
Sólidos+Tara : g					Proveta nº : 09
Tara : g					Densímetro :
Massa d'água : g		0,00	0,00	0,00	Massa de solo úmido (g)
Massa de sólidos : g		0,00	0,00	0,00	
Teor de umidade : %		0,00	0,00	0,00	Massa de solo seco (g)
Média dos teores de umidade : %		<b>0,00</b>			
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g)
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,36	0,18	0,18	129,78
<b>16</b>	<b>1,19</b>	1,24	0,62	0,80	Massa ret. # 200 e 270 (g)
<b>30</b>	<b>0,59</b>	5,37	2,69	3,49	38,97
<b>40</b>	<b>0,42</b>	9,89	4,95	8,43	Massa retida no prato (g)
<b>50</b>	<b>0,297</b>	31,82	15,91	24,34	0,98
<b>60</b>	<b>0,25</b>	14,07	7,04	31,38	Massa retida de finos
<b>100</b>	<b>0,149</b>	67,03	33,52	64,89	na proveta (g)
<b>200</b>	<b>0,074</b>	34,69	17,35	82,24	30,27
<b>270</b>	<b>0,053</b>	4,28	2,14	84,38	Massa de sólidos final (g)
Prato/Proveta	< <b>0,053</b>	31,25	15,63	100,00	200,00

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo areno-argiloso			Local : Próximo a plantação (P12)		
			Profundidade :		10/10/2015
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,64</b>	Resp. Laboratório :		
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :					Defloculante
Sólidos+Tara+Água : g					Hexametafosfato N <sub>a</sub>
Sólidos+Tara : g					Proveta nº : 09
Tara : g					Densímetro :
Massa d'água : g	0,00	0,00	0,00		Massa de solo úmido (g)
Massa de sólidos : g	0,00	0,00	0,00		
Teor de umidade : %	0,00	0,00	0,00		Massa de solo seco (g)
Média dos teores de umidade : %		<b>0,00</b>			<b>200,00</b>
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g)
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,00	0,00	0,00	132,94
<b>16</b>	<b>1,19</b>	0,45	0,23	0,23	Massa ret. # 200 e 270 (g)
<b>30</b>	<b>0,59</b>	5,85	2,93	3,15	36,6
<b>40</b>	<b>0,42</b>	12,50	6,25	9,40	Massa retida no prato (g)
<b>50</b>	<b>0,297</b>	35,93	17,97	27,37	0,12
<b>60</b>	<b>0,25</b>	14,91	7,46	34,82	Massa retida de finos
<b>100</b>	<b>0,149</b>	63,30	31,65	66,47	na proveta (g)
<b>200</b>	<b>0,074</b>	32,80	16,40	82,87	30,34
<b>270</b>	<b>0,053</b>	3,80	1,90	84,77	Massa de sólidos final (g)
Prato/Proveta	<b>&lt; 0,053</b>	30,46	15,23	100,00	200,00

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo areno-argiloso			Local : Próximo a plantação (P13)		
			Profundidade :		10/10/2015
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,64</b>	Resp. Laboratório :		
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :					Defloculante
Sólidos+Tara+Água : g					Hexametafosfato N <sub>a</sub>
Sólidos+Tara : g					Proveta nº : 09
Tara : g					Densímetro :
Massa d'água : g	0,00	0,00	0,00		Massa de solo úmido (g)
Massa de sólidos : g	0,00	0,00	0,00		
Teor de umidade : %	0,00	0,00	0,00		Massa de solo seco (g)
Média dos teores de umidade : %		<b>0,00</b>			<b>200,00</b>
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g)
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,00	0,00	0,00	113,36
<b>16</b>	<b>1,19</b>	0,52	0,26	0,26	Massa ret. # 200 e 270 (g)
<b>30</b>	<b>0,59</b>	3,20	1,60	1,86	51,86
<b>40</b>	<b>0,42</b>	7,29	3,65	5,51	Massa retida no prato (g)
<b>50</b>	<b>0,297</b>	24,92	12,46	17,97	0,85
<b>60</b>	<b>0,25</b>	11,51	5,76	23,72	Massa retida de finos
<b>100</b>	<b>0,149</b>	65,92	32,96	56,68	na proveta (g)
<b>200</b>	<b>0,074</b>	46,15	23,08	79,76	33,93
<b>270</b>	<b>0,053</b>	5,71	2,86	82,61	Massa de sólidos final (g)
Prato/Proveta	<b>&lt; 0,053</b>	34,78	17,39	100,00	200,00

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo areno-argiloso		Local : Próximo ao Parque Industrial de Rio Claro (P14)			
		Profundidade :		10/10/2015	
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		<b>2,64</b>		Resp. Laboratório :	
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :				Defloculante	
Sólidos+Tara+Água : g				Hexametáfosfato N <sub>a</sub>	
Sólidos+Tara : g				Proveta nº : 09	
Tara : g				Densímetro :	
Massa d'água : g		0,00	0,00	0,00	Massa de solo úmido (g)
Massa de sólidos : g		0,00	0,00	0,00	
Teor de umidade : %		0,00	0,00	0,00	Massa de solo seco (g)
Média dos teores de umidade : %		<b>0,00</b>		<b>244,44</b>	
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
<b>4</b>	<b>4,76</b>	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g)
<b>10</b>	<b>2,00</b>	0,00	0,00	0,00	
<b>16</b>	<b>1,19</b>	0,70	0,29	0,29	Massa ret. # 200 e 270 (g)
<b>30</b>	<b>0,59</b>	7,29	2,98	3,27	
<b>40</b>	<b>0,42</b>	14,60	5,97	9,24	Massa retida no prato (g)
<b>50</b>	<b>0,297</b>	41,12	16,82	26,06	
<b>60</b>	<b>0,25</b>	15,05	6,16	32,22	Massa retida de finos na proveta (g)
<b>100</b>	<b>0,149</b>	71,09	29,08	61,30	
<b>200</b>	<b>0,074</b>	37,85	15,48	76,79	Massa de sólidos final (g)
<b>270</b>	<b>0,053</b>	4,53	1,85	78,64	
Prato/Proveta	< <b>0,053</b>	52,21	21,36	100,00	
SEDIMENTAÇÃO					
Tempo após agitar : min	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
Leitura do densímetro	agitar	31,0	30	29,0	28,5
Temperatura : °C	◊	23,5	23,5	23,5	23,5
Correção da temperatura	◊	3	3	3	3
Leitura corrigida :	◊	28,0	27,0	26,0	25,5
Altura de queda : cm	◊	11,2	11,4	11,6	11,7
Viscosidade da água :	◊	9,4	9,4	9,4	9,4
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	◊	0,9974	0,9974	0,9974	0,9974
Diâmetro da partícula : mm	◊	0,031	0,022	0,016	0,012
Porcentagem que passa : %	◊	18,44	17,78	17,12	16,79
Tempo após agitar : min	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>480</b>
Leitura do densímetro	27,5	27	26,1	25,8	25,0
Temperatura : °C	23,4	23,0	22,5	23,0	23,0
Correção da temperatura	3	3	3	3	3
Leitura corrigida :	24,5	24,0	23,1	22,8	22,0
Altura de queda : cm	11,9	12,0	12,1	12,2	12,4
Viscosidade da água :	9,40	9,56	9,7	9,56	9,56
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	0,9974	0,9976	0,9977	0,9976	0,9976
Diâmetro da partícula : mm	0,0083	0,0060	0,0041	0,0030	0,0021
Porcentagem que passa : %	16,13	15,81	15,21	15,01	14,49



UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada - Laboratório de Geotecnia					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA					
Classificação: Solo areno-argiloso			Local : Próximo à UNESP (P15)		
			Profundidade :	24/10/2015	
Massa específica dos sólidos ( $\rho$ ) : g/cm <sup>3</sup>		2,65	Resp. Laboratório :		
Determinação do teor de umidade do solo				DETERMINAÇÕES	
Recepiente nº :				Defloculante	
Sólidos+Tara+Água : g				Hexametáfosfato N <sub>a</sub>	
Sólidos+Tara : g				Proveta nº : 09	
Tara : g				Densímetro :	
Massa d'água : g		0,00	0,00	0,00	Massa de solo úmido (g)
Massa de sólidos : g		0,00	0,00	0,00	
Teor de umidade : %		0,00	0,00	0,00	Massa de solo seco (g)
Média dos teores de umidade : %		0,00			168,45
PENEIRAMENTO				APÓS ENSAIO	
#	Abert. (mm)	Peso ( g )	% Retida	% Ret.Ac.	
4	4,76	0,00	0,00	0,00	Massa retida # 100 (g)
10	2,00	0,63	0,37	0,37	66,61
16	1,19	1,30	0,77	1,15	Massa ret. # 200 e 270 (g)
30	0,59	2,23	1,32	2,47	46,5
40	0,42	3,73	2,21	4,68	Massa retida no prato (g)
50	0,297	12,23	7,26	11,94	1,05
60	0,25	6,36	3,78	15,72	Massa retida de finos
100	0,149	40,13	23,82	39,54	na proveta (g)
200	0,074	40,62	24,11	63,66	54,29
270	0,053	5,88	3,49	67,15	Massa de sólidos final (g)
Prato/Proveta	< 0,053	55,34	32,85	100,00	168,45
SEDIMENTAÇÃO					
Tempo após agitar : min	0	2	4	8	15
Leitura do densímetro	agitar	28,2	27,5	25,2	24,0
Temperatura : °C	◊	25,2	25,2	25,0	25,0
Correção da temperatura	◊	3	3	3	3
Leitura corrigida :	◊	25,2	24,5	22,2	21,0
Altura de queda : cm	◊	11,7	11,8	12,2	12,5
Viscosidade da água :	◊	9,1	9,1	9,13	9,13
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	◊	0,9971	0,9971	0,9971	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	◊	0,031	0,022	0,016	0,012
Porcentagem que passa : %	◊	24,03	23,36	21,17	20,02
Tempo após agitar : min	30	60	120	240	480
Leitura do densímetro	22,5	21,5	21,0	20,5	19,5
Temperatura : °C	24,8	24,0	23,5	23,5	24,8
Correção da temperatura	3	3	3	3	3
Leitura corrigida :	19,5	18,5	18,0	17,5	16,5
Altura de queda : cm	11,8	11,9	12	12	11,8
Viscosidade da água :	9,20	9,34	9,4	9,4	9,2
Massa esp.da água : g/cm <sup>3</sup>	0,9971	0,9973	0,9975	0,9975	0,9971
Diâmetro da partícula : mm	0,0082	0,0059	0,0040	0,0029	0,0020
Porcentagem que passa : %	18,59	17,64	17,16	16,69	15,73

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia					
ENSAIO DE PERMEABILIDADE					
Classificação:			Local : Próximo a Ajapi		
			Sondagem :		Data : 10/10
Massa esp. dos sólidos :	2,63	Profundidade :		Resp. Laboratório :	
Permeâmetro nº 01	Diâmetro int. tubo carga :	cm	2,56	Área :	cm <sup>3</sup> 5,15
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Cápsula nº :	<b>35</b>	<b>2</b>	<b>41</b>		
Solo+Tara+Água	g	20,97	21,09	19	
Solo+Tara	g	18,42	18,49	16,71	
Tara	g	7,5	7,31	6,9	
Massa d'água	g	2,55	2,6	2,29	
Massa de sólidos	g	10,92	11,18	9,81	
<b>Teor de umidade</b>	<b>%</b>	<b>23,35</b>	<b>23,26</b>	<b>23,34</b>	
<b>Média dos teores de umidade :</b>		<b>%</b>	<b>23,32</b>		
CARACTERÍSTICAS DO CORPO DE PROVA					
Diâmetro	cm	7,56	Massa específica ( $\rho$ )	g/cm <sup>3</sup>	1,85
Área	cm <sup>2</sup>	44,89	<b>Massa específica seca (<math>\rho</math>)</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1,50</b>
Altura	cm	12,63	Índices de vazios (e)		0,75
Volume	cm <sup>3</sup>	566,94	Porosidade (n)		42,96
Massa Úmida	g	836,36	Grau de saturação (Sr)	%	81,4282463
PERMEÂMETRO DE CARGA VARIÁVEL					
Determinação nº		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Hora : minuto (inicial)		0	0	0	
Hora : minuto (final)		0	0	0	
Área do tubo de carga	cm <sup>2</sup>	5,15	5,15	5,15	
Altura do corpo de prova	cm	12,63	12,63	12,63	
Área do corpo de prova	cm <sup>2</sup>	44,89	44,89	44,89	
Altura inicial da água : h <sub>0</sub>	cm	115,00	100,00	75,00	
Altura final da água : h <sub>1</sub>	cm	100,00	75,00	50,00	
Tempo de ensaio	seg	25,00	73,00	134,00	
<b>Coef. de permeabilidade : <math>^kT</math> cm seg<sup>-1</sup></b>		<b>0,00809165</b>	<b>0,00570398</b>	<b>0,00437963</b>	
Temperatura do ensaio :	°C	25,4	25,4	25,4	
Coeficiente de correção : C <sub>K</sub>		0,887	0,887	0,887	<b>Média</b>
<b>Coef. de permeabilidade : <math>^k20</math> cm/seg<sup>-1</sup></b>		<b>0,00717729</b>	<b>0,00505943</b>	<b>0,00388473</b>	<b>0,00537382</b>

UNESP - Campus de Rio Claro					
Departamento de Geologia Aplicada Laboratório de Geotecnia					
ENSAIO DE PERMEABILIDADE					
Classificação:			Local : Próximo à UNESP (P15)		
			Sondagem :		Data : 24/10
Massa esp. dos sólidos :		2,65	Profundidade :		Resp. Laboratório :
Permeâmetro nº 01		Diâmetro int. tubo carga :	cm	2,56	Área : cm³
5,15					
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
Cápsula nº :		<b>11</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	
Solo+Tara+Água		g	23,28	23,36	22,93
Solo+Tara		g	20,99	20,97	20,67
Tara		g	6,96	6,43	6,8
Massa d'água		g	2,29	2,39	2,26
Massa de sólidos		g	14,03	14,54	13,87
<b>Teor de umidade</b>		<b>%</b>	<b>16,32</b>	<b>16,44</b>	<b>16,29</b>
<b>Média dos teores de umidade :</b>			<b>%</b>	<b>16,35</b>	
CARACTERÍSTICAS DO CORPO DE PROVA					
Diâmetro		cm	7,53	Massa específica ( $\rho$ ) g/cm³	
Área		cm²	44,53	<b>Massa específica seca (<math>\rho</math>) g/cm³</b>	
Altura		cm	12,7	Índices de vazios (e)	
Volume		cm³	565,57	Porosidade (n)	
Massa Úmida		g	910,28	Grau de saturação (Sr) %	
64,9975394					
PERMEÂMETRO DE CARGA VARIÁVEL					
Determinação nº			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Hora : minuto (inicial)			0	0	0
Hora : minuto (final)			0	0	0
Área do tubo de carga		cm²	5,15	5,15	5,15
Altura do corpo de prova		cm	12,7	12,7	12,7
Área do corpo de prova		cm²	44,53	44,53	44,53
Altura inicial da água : $h_0$		cm	115,00	100,00	75,00
Altura final da água : $h_1$		cm	100,00	75,00	50,00
Tempo de ensaio		seg	50,00	157,00	311,00
Coef. de permeabilidade : $K_T$ cm seg <sup>-1</sup>			<b>0,00410073</b>	<b>0,00268816</b>	<b>0,00191265</b>
Temperatura do ensaio :		°C	23	23	23
Coeficiente de correção : $C_K$			0,929	0,929	0,929
Coef. de permeabilidade : $K_{20}$ cm/seg <sup>-1</sup>			<b>0,00380958</b>	<b>0,0024973</b>	<b>0,00177685</b>
<b>0,00269458</b>					