



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

RBGEA

REVISTA BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL



**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL**

REVISTA BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

Publicação Científica da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental

EDITORES

Alessandra Cristina Corsi - IPT
Prof. Dr. Emílio Velloso Barroso - UFRJ
Prof. Dra. Kátia Canil - UFABC
Prof. Dra. Malva Andrea Mancuso - UFSM
Prof. Me. Marcelo Denser Monteiro - Metrô - SP / UAM

REVISORES

Adalberto Aurélio Azevedo - IPT	José Domingos Gallas - USP
Alberto Pio Fiori - UFPR	José Eduardo Rodrigues - USP
Aline Freitas da Silva - DRM-RJ	José Eduardo Zaine - UNESP
Alessandra Cristina Corsi - IPT	José Luiz Albuquerque Filho - IPT
Angelo José Consoni - TSAP	Kátia Canil - UFABC
Antonio Cendrero - Univ. da Cantabria (Espanha)	Leandro Eugênio da Silva Cerri - UNESP
Antonio Manoel Santos Oliveira - UNG	Lídia K. Tominaga - IG/SMA
Candido Bordeaux Rego Neto - IPUF	Luis de Almeida Prado Bacellar - UFOP
Clovis Gonzatti - CIENTEC	Luiz Nishiyama - UFU
Denise de la Corte Bacci - USP	Luiz Fernando D'Agostino - Nucleo
Diana Sarita Hamburger - UFABC	Malva Andrea Mancuso - UFSM
Dirceu Pagotto Stein - Geoexec	Marcelo Fischer Gramani - IPT
Edilson Pissato - USP	Marcilene Dantas Ferreira - UFSCar
Eduardo Brandau Quitete - IPT	Marcelo Denser Monteiro - Metrô - SP / UAM
Eduardo Goulart Collares - UEMG	Marcia Pressinotti - IG/SMA
Eduardo Soares de Macedo - IPT	Marcio A. Cunha - Consultor
Emilio Velloso Barroso - UFRJ	Maria Cristina Jacinto Almeida - IPT
Eraldo L. Pastore - Consultor	Maria Heloisa B.O. Frascá - Consultora
Fábio Soares Magalhães - Vogbr	Maria José Brollo - IG/SMA
Flávio Almeida da Silva - Engecorps	Marta Luzia de Souza - UEM
Frederico Garcia Sobreira - UFOP	Nelson Meirim Coutinho - GEORIO
Ginaldo Campanha - USP	Newton Moreira de Souza - UnB
Guido Guidicini - Geoenergia	Noris Costa Diniz - UnB
Helena Polivanov - UFRJ	Oswaldo Augusto Filho - USP
Jair Santoro - IG/SMA	Reinaldo Lorandi - UFSCar
João Francisco Alves Silveira - Consultor	Renato Luiz Prado - USP
Jorge Kazuo Yamamoto - USP	Ricardo Vedovello - IG/SMA
José Alcino Rodrigues de Carvalho - Univ. Nova de Lisboa (Port.)	Yociteru Hasui - Consultor
José Augusto de Lollo - UNESP	

APOIO EDITORIAL

Luciana Marques

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Rita Motta - Editora Tribo da Ilha

Volume 5 - Número 2

2015

ISSN 2237-4590

DIRETORIA ABGE GESTÃO 2016/2018

Presidente: Adalberto Aurélio Azevedo
Vice Presidente: Lídia Keiko Tominaga
Diretor Secretário: Alessandra Cristina Corsi
Diretor Secretário Adjunto: Deyna Pinho
Diretor Financeiro: José Luiz Albuquerque Filho
Diretor de Cursos: Ivan José DELatim
Diretora de Eventos: Fábio Augusto Gomes Vieira Reis
Diretora de Eventos Adjunto: Renata Augusta Rocha N. de Oliveira
Diretor de Comunicação: Marcelo Denser Monteiro
Diretor de Comunicação Adjunto: Tiago Antonelli
Diretor de Publicação: Andrea Bartorelli
Diretor de Publicação Adjunto: Edilson Pissato

CONSELHO DELIBERATIVO

Adalberto Azevedo, Alessandra Corsi, Andrea Bartorelli, Deyna Pinho, Edilson Pissato, Fábio Reis, Flávio Almeida, Glaucia Cuchierato, Ivan Delatim, José Luiz Albuquerque Filho, Leandro Castro, Lídia Tominaga, Luiz Fernando, Marcelo Denser, Mateus Delatim, Renata Rocha, Silvia Kitaraha e Tiago Antonelli.

NÚCLEO RIO DE JANEIRO - Aline Freitas das Silva

Conselho Deliberativo: Aline Freitas Silva, Hugo Machado, Rodrigo França, Rodney Nascimento, Rúbia Azevedo e Thiago Santos

NÚCLEO MINAS GERAIS - Fábio Magalhães

Conselho Deliberativo: Alberto Amaral, Fábio Magalhães, Gilvan Sá, Luis Bacellar, Maria Giovana Parizzi, Sandra Fernandes e Thiago Teixeira

NÚCLEO SUL - Malva Andrea Mancuso

Conselho Deliberativo: Alberto P. Fiori, Andrea V. Nummer, Débora Lamberty, Eduardo C.B. Carvalho, Erik Wunder, Hermann Vargas, Juan Antonio A. Flores, Luiz A. Bressani e Malva Andrea Mancuso.

NÚCLEO CENTRO OESTE - Ingrid Lima

Conselho Deliberativo: Bruno Diniz, Dário Peixoto, Getúlio Ezequiel, Ingrid Lima, João Armelin, Kurt Albrecht, Juliana Sobreira e Ricardo Vilhena

NÚCLEO NORTE - Cláudio Szlafstein

Conselho Deliberativo: Dianne Danielle Farias Fonseca, Lenilson José Souza de Queiroz, Luciana de Jesus P.P. Miyagawa, José Antonio da Silva, Renato R. Mendonça, Jubal C. Filho e Nilton de Souza Campelo, Loury Bastos, Patrícia Mara Lages Simões, Raimundo Almir C. da Conceição, Sheila Gatinho Teixeira, Túlio A. de Araújo Mendes.

NÚCLEO NORDESTE - Carlos Henrique Medeiros

Conselho Deliberativo: Edval Lopes da Silva, Fagner França, Francisco Said Gonçalves, Heitor Neves Maia, José Braz Diniz Filho, Kleiton Cassimiro, José Vitoriano de Britto Neto, Marcos Paulo Souza Novais, Olavo Santos Junior, Ubiratã Maciel, Ricardo Farias do Amaral e Vanildo Fonseca



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

SECRETARIA EXECUTIVA

Secretária Executiva: Luciana Marques
Av. Profº Almeida Prado, 532 - Prédio 11 -
Cidade Universitária - São Paulo - SP
Telefone: (11) 3767-4361 / (11) 3719-0661
Email: abge@abge.org.br - Home Page: www.abge.org.br



É com grande satisfação que apresentamos o segundo número da Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA) do ano de 2015. Os artigos publicados abordam diferentes temas na área da Geologia de Engenharia e Ambiental, sendo de interesse de todos os associados da ABGE.

Maurício Pozzobon e colaboradores tratam da análise da suscetibilidade a deslizamentos da unidade geomorfológica Serrania do Baixo e Médio Itajaí-Açu, no município de Blumenau/SC. Os autores aplicaram a regra de Bayes da probabilidade condicional, através da técnica de pesos de evidência, para analisar as relações espaciais entre um conjunto de potenciais fatores condicionantes de deslizamentos e um conjunto de 205 cicatrizes de deslizamentos ocorridos em 2008, na área de estudo. São apresentadas 6 diferentes combinações de integração dos fatores.

O artigo apresentado por Daniela Garroux Gonçalves de Oliveira e colaboradores aborda a aplicação do televisionamento de sondagens em uma fase de projeto básico do Metrô de São Paulo. A partir dos dados de estruturas obtidas em 17 sondagens, com a perfilagem de 503 metros de rocha, foram definidos os principais blocos formados e analisada a estabilidade destes ao longo dos trechos de túnel e nas paredes de vala de estações e poços.

Marcos Tanaka Riyis e coautores apresentam um estudo de caso onde diversas ferramentas de investigação de alta resolução foram utilizadas em conjunto para determinar, delimitar e caracterizar as diversas camadas estratigráficas de um

solo residual contaminado por óleo lubrificante para a estimativa da massa de contaminantes.

Uma metodologia alternativa para determinação do escoamento superficial por chuva e dos sedimentos gerados por erosão em taludes naturais ou construídos, aplicada por meio da adoção de um sistema de chapas de coletas é proposto no trabalho de Jucielli Quatrin Nunes e colaboradores da UFTPR e da UNESP.

Vitor Santini Müller e coautores da UFSC publicam um artigo onde apresentam um protocolo para a realização, em campo, de ensaios de cisalhamento direto em regime de múltiplos estágios no contexto de mapeamento geotécnico; uma alternativa que possibilita a obtenção expedita de parâmetros de resistência a partir de uma adaptação do equipamento tradicionalmente utilizado em laboratório.

O artigo de Fábio Conrado de Queiróz e colaboradores apresenta uma compilação de dados de propriedades e parâmetros físicos do acervo de rochas silicatadas do IPT, composto por um universo de 412 amostras. Os resultados desta compilação contribuem significativamente com a definição de parâmetros para estudos futuros.

Estamos certos de que o conjunto das informações disponíveis em mais este número da RBGEA configura uma contribuição relevante de profissionais da área de Geologia de Engenharia e Ambiental para a aplicação de novas metodologias e novos procedimentos na área.

Desejamos a todos uma ótima leitura!



- 9** ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE A DESLIZAMENTOS DA UNIDADE GEOMORFOLÓGICA SERRANIA DO BAIXO E MÉDIO ITAJAÍ-AÇU, NO MUNICÍPIO DE BLUMENAU/SC
Maurício Pozzobon
Gustavo R. Curcio
Claudinei T. da Silveira
- 26** APLICAÇÃO DO TELEVISIONAMENTO DE SONDAgens EM FASE DE PROJETO BÁSICO DO METRÔ DE SÃO PAULO
Daniela Garroux Gonçalves de Oliveira
Marcelo Denser Monteiro
Fabio Taioli
Hugo Cassio Rocha
Gabriel Guimarães Facuri
Alessandro Lugli Nascimento
- 38** ESTIMATIVA DA MASSA DE CONTAMINANTES COMPARANDO TÉCNICAS TRADICIONAIS COM FERRAMENTAS DE INVESTIGAÇÃO DE ALTA RESOLUÇÃO (HRSC)
Marcos Tanaka Riyis
Heraldo Luiz Giacheti
Mauro Tanaka Riyis
Rafael Muraro Derrite
- 50** METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA DETERMINAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL POR CHUVA E DOS SEDIMENTOS GERADOS POR EROSÃO EM ENCOSTAS
Jucielli Quatrin Nunes
Vitor André Genehr
Simone Andrea Furegatti
- 61** PROPOSIÇÕES PARA UM CISALHAMENTO DIRETO DE CAMPO: ALTERNATIVA EM MAPEAMENTOS GEOTÉCNICOS
Vitor Santini Müller
Nilo Rodrigues Júnior
Matheus Klein Flac
Murilo da Silva Espíndola
Regiane Mara Sbroglia
Rafael Augusto dos Reis Higashi
Juan Antonio Altamirano Flores

PROPOSIÇÕES PARA UM CISALHAMENTO DIRETO DE CAMPO: ALTERNATIVA EM MAPEAMENTOS GEOTÉCNICOS

PROPOSITIONS FOR A DIRECT SHEAR TEST IN THE FIELD: ALTERNATIVE IN GEOTECHNICAL MAPPING

VITOR SANTINI MÜLLER

UFSC, Florianópolis, SC. E-mail: vitor@mullergeo.com

NILO RODRIGUES JÚNIOR

UFSC, Florianópolis, SC. E-mail: nilorodriguesjunior@gmail.com

MATHEUS KLEIN FLACH

UFSC, Florianópolis, SC. E-mail: matheus.k.flach@gmail.com

MURILO DA SILVA ESPÍNDOLA

UFSC, Florianópolis, SC. E-mail: murilo.espindola@ufsc.br

REGIANE MARA SBROGLIA

UFSC, Florianópolis, SC. E-mail: regianesbroglia@gmail.com

RAFAEL AUGUSTO DOS REIS HIGASHI

UFSC, Florianópolis, SC. E-mail: rrhigashi@gmail.com

JUAN ANTONIO ALTAMIRANO FLORES

UFSC, Florianópolis, SC. E-mail: juan.flores@ufsc.br

RESUMO ABSTRACT

A demanda por mapeamentos geotécnicos é antiga, porém os incentivos para estes levantamentos são recentes. Os estudos de resistência do meio físico em busca da segurança de instalações vêm crescendo nos últimos anos fruto dos desastres, ditos, naturais. As técnicas de mapeamentos de susceptibilidade à deslizamentos distinguem-se desde dados puramente estatísticos, até cartas geológicas e imagens aéreas de alta definição. A fim de não abrir mão da execução de ensaios para a obtenção dos parâmetros de resistência nos mapeamentos, e respeitando-se os curtos prazos em grandes demandas, analisou-se a influência de um protocolo de ensaio de cisalhamento direto em regime de múltiplos estágios. Realizaram-se ensaios em condições normatizadas e nas condições propostas no protocolo, de forma que a comparação das envoltórias obtidas mostraram necessidades de adequações do equipamento utilizado em campo. Após as modificações os resultados obtidos adequaram-se àqueles

The demand for geotechnical mapping is old, but the incentives for these surveys are recent. The resistance studies of the physical environment in to the buildings of stability have been growing in recent year's result of disasters, said, natural. Technical susceptibility mappings are distinguished from purely statistical data to geological maps and aerial high definition images. Searching the execution of tests to establish the strength parameters in mappings without breaching the deadlines, we analyzed the influence of a direct shear test protocol without the consolidation of normal efforts and multistage system. Assays were performed in standard conditions and as proposed in the protocol, so that failure envelope showed up adequacy requirements of the equipment used in the field. After the modifications, the results fits those presented by other autors. It is concluded that the multistage test protocol, in a Geotechnical mapping context presents itself as attractive alternative since it optimizes the

apresentados por outros autores. Conclui-se que o protocolo de ensaios em regime de múltiplos estágios, no contexto de mapeamento geotécnico, apresenta-se como interessante alternativa uma vez que otimiza o tempo de ensaio e possibilita a realização do mapeamento com a determinação dos parâmetros de resistência a partir de ensaios, o que atribui confiança ao mesmo. O mapeamento geotécnico não pode ser entendido como substituto para estudos de caso pontuais, mas ser ferramenta para determinar os locais e métodos destes. Para os estudos pontuais não recomenda-se a aplicação do protocolo de ensaios, mas a execução conforme a normatização.

Palavras-chave: Cisalhamento Direto; Mapeamento Geotécnico; Ensaios de Campo.

1 INTRODUÇÃO

O mapeamento geotécnico caracteriza-se como sendo uma ferramenta indispensável para o planejamento adequado de qualquer área, uma vez que o meio físico é a base para a implementação de qualquer tipo de ocupação.

O desequilíbrio socioambiental instalado no Brasil é, em parte, conforme Xavier (2004), fruto da acelerada expansão urbana que aconteceu no último século. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010) apontam que em 1950 a população urbana brasileira representava apenas 36,16%, valor aumentado para 84,36% em 2010.

Higashi (2002) aponta que pesquisadores têm desenvolvido metodologias para mapear, compreender e mensurar o comportamento geomecânico dos solos, mas que, apesar do primeiro mapa geológico com enfoque geotécnico ser datado de 1907, a caracterização geotécnica de áreas através de mapas ainda é tarefa árdua para muitos pesquisadores. Davison Dias (1995) sugere que solos oriundos da mesma unidade geológica/pedológica apresentam comportamento geomecânico semelhante. Assim, os resultados obtidos para um ponto de estudo contido em uma unidade são passíveis de extrapolação para toda a unidade em questão.

tests. Geotechnical mapping can not be understood as a substitute for specific case studies but must be tool to determine the locations and methods. For specific studies do not recommend the application of the test protocol, but the execution according to the regulation.

Keywords: Shear Test; Geotechnical Mapping; Field Tests

Mapeamentos geotécnicos de suscetibilidade a movimentos de massa, não necessariamente, utilizam-se de dados físicos de ensaios, contudo, a execução de ensaios rápidos pode conferir maior credibilidade aos mapas gerados. Os valores de índices físicos para a simulação matemática e interpretação das áreas susceptíveis aos fenômenos naturais podem ser determinados pelo ensaio de cisalhamento direto, o mais simples e antigo método, conforme Lambe & Whitman (1969). O ensaio de cisalhamento direto em laboratório, realizado conforme a norma internacional ASTM D3080 (2003), consome um tempo expressivo, considerando os prazos de mapeamentos geotécnicos. A crescente demanda em áreas de risco fez com que fosse necessária a proposição de um protocolo de ensaios de cisalhamento direto de forma acelerada, com a produção de múltiplas envoltórias de ruptura em um único dia de trabalhos de campo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A forma como este trabalho foi desenvolvido encontra-se simplificada pelo fluxograma da Figura 1. A revisão elaborada do estado da arte de estabilidade de taludes e ensaios de resistência ao cisalhamento, permitiu a compreensão dos métodos de ensaios e cálculos de estabilidade.

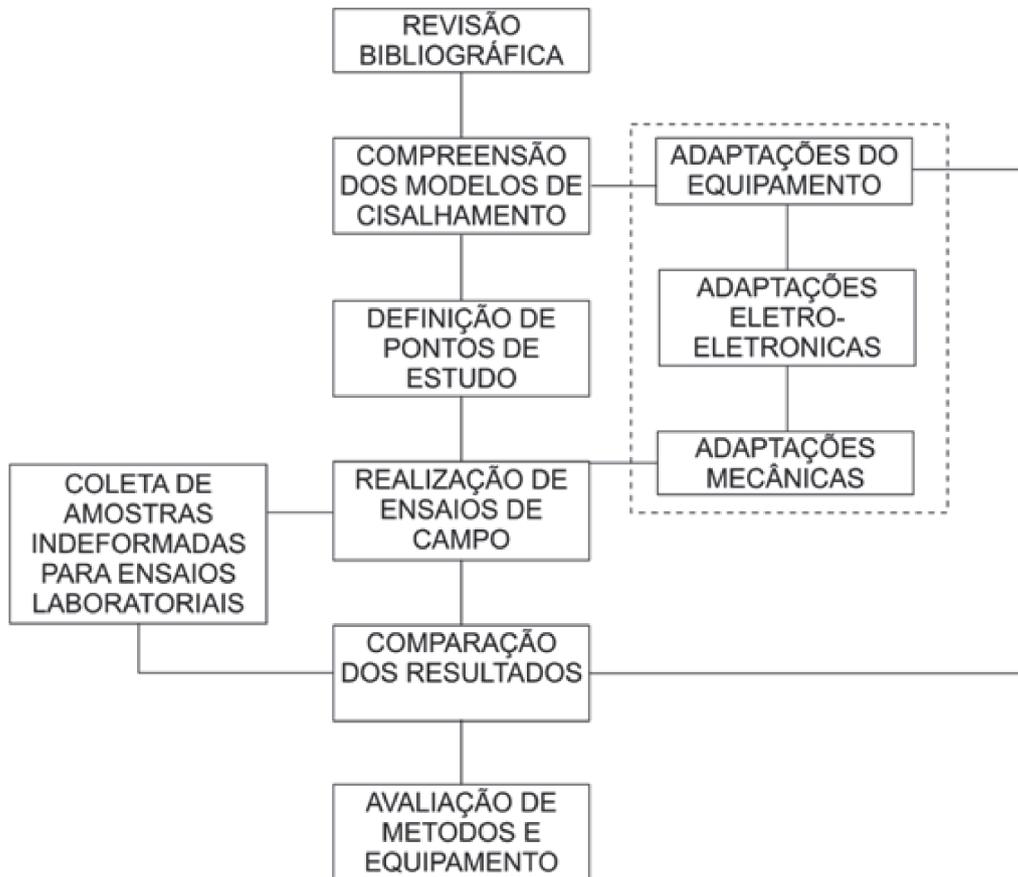


Figura 1. Fluxograma Simplificado das Metodologias Deste Trabalho

O protocolo de ensaios analisado por este trabalho, consiste em seguir o princípio do ensaio de cisalhamento direto, isto é, o de se movimentar uma porção do corpo de prova em relação à outra pela ação de uma força, crescente, paralela ao movimento, enquanto uma força constante normal é aplicada.

A variação proposta ao sugerido pela ASTM (2003), foi relacionada à execução de múltiplos estágios em um mesmo corpo de prova, como defendido por Antoniutti Neto & Vilar (1990) de modo que o ensaio pôde ser realizado em campo, com prioridade na diminuição do tempo de ensaio de modo a possibilitar maior agilidade ao mapeamento geotécnico.

A metodologia de análise de estabilidade de taludes aplicada neste trabalho foi o método das fatias, precursor do método de Bishop Simplificado que é frequentemente utilizado em Geotecnia.

3 PROTOCOLO DE ENSAIOS RÁPIDOS

O protocolo proposto sugere que sejam realizadas campanhas de campo em locais previamente determinados com auxílio de imagens de satélite e demais materiais cartográficos. A determinação dos pontos de estudos foi embasada nos trabalhos de Davison Dias (1995) e Zuquette (1987).

Conforme ilustrado pela Figura 2, a primeira providência nos pontos de estudos foi a coleta de um corpo de prova, com dimensões de 5,08cm x 5,08cm x 2cm. Com o corpo de prova moldado, iniciou-se o cisalhamento deste enquanto a equipe preparou a amostragem indeformada do ponto estudado.

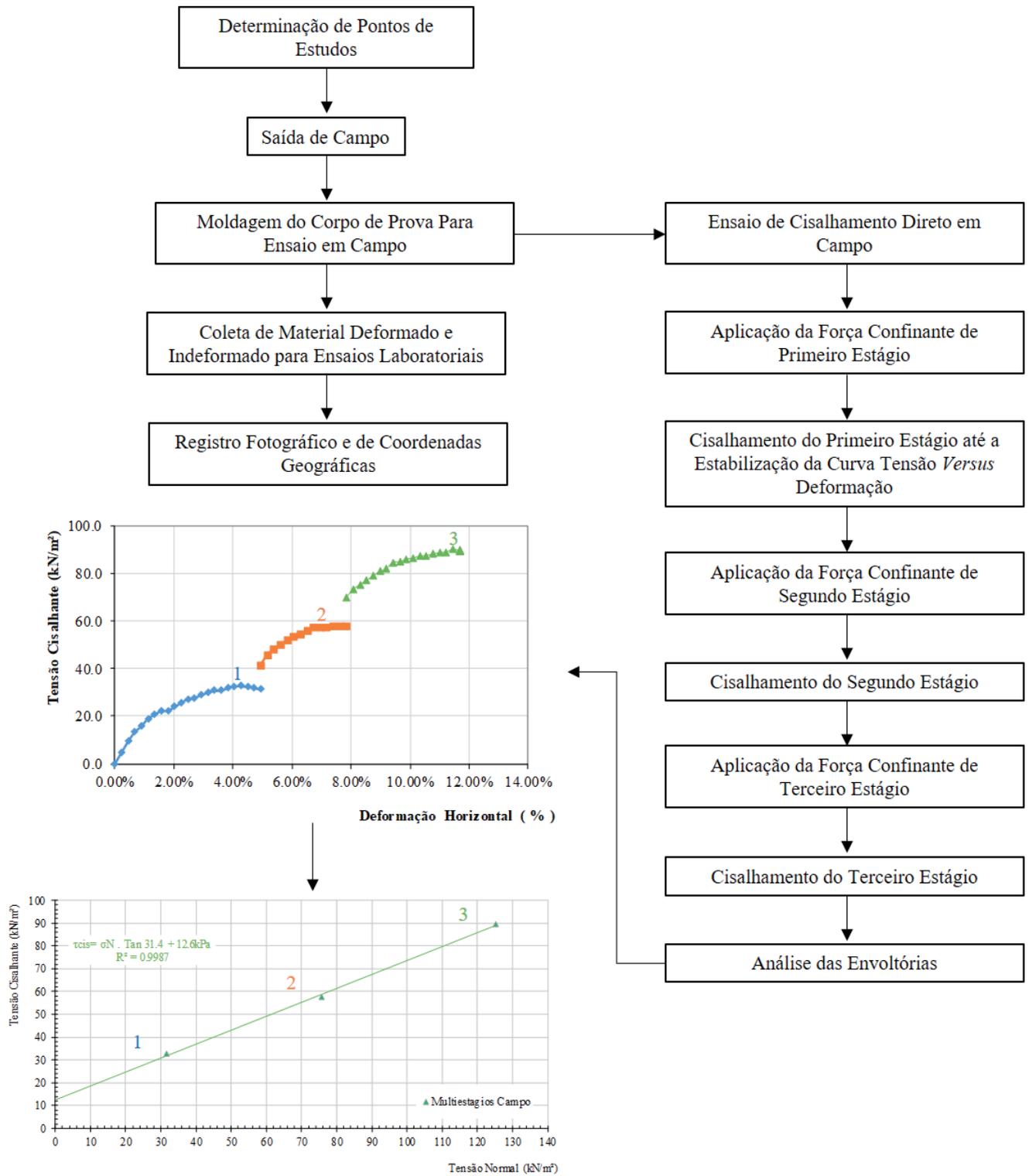


Figura 2. Fluxograma Ilustrativo do Protocolo de Ensaios

O ensaio de cisalhamento foi realizado a uma velocidade de deslocamento de 0,0228 milímetros por minuto. Cada corpo de prova coletado foi material para a determinação da completa envoltória de ruptura do ponto em questão. Os estágios

foram ensaiados numa metodologia de Múltiplos estágios em que um novo carregamento de tensão confinante foi aplicado assim que foi notada a estabilização dos esforços cisalhantes, por meio da curva de tensão *versus* deformação.

O principal objetivo do protocolo em análise foi de diminuir o tempo necessário para a obtenção dos parâmetros de resistência em cada local estudado. Devido a grande demanda por mapeamentos geotécnicos, sabe-se que a execução de ensaios é, muitas vezes, desprezada devido à falta de tempo disponível.

Como acredita-se que parâmetros de resistência atribuem significativa confiança ao produto gerado, buscou-se priorizar a rápida obtenção destes em detrimento da exatidão dos resultados, com o entendimento de que os desvios da exatidão seriam em virtude de poropressões positivas geradas no corpo de prova, esperou-se obter resultados conservadores em relação a resistência do material.

Para possibilitar a aplicação do protocolo, fez-se necessário adaptar um equipamento de cisalhamento direto existente no Laboratório de Mecânica dos Solos da Universidade Federal de Santa Catarina. As adaptações eletrônicas ocorreram para atualizar o funcionamento do equipamento, uma vez que este utilizava componentes extremamente obsoletos. Mecanicamente, adaptou-se o equipamento com a mudança na caixa de cisalhamento fosse tida como resistência do solo. As figuras Figura 3 e Figura 4 apresenta os esquemas de funcionamento do equipamento antes e depois das modificações efetuadas.

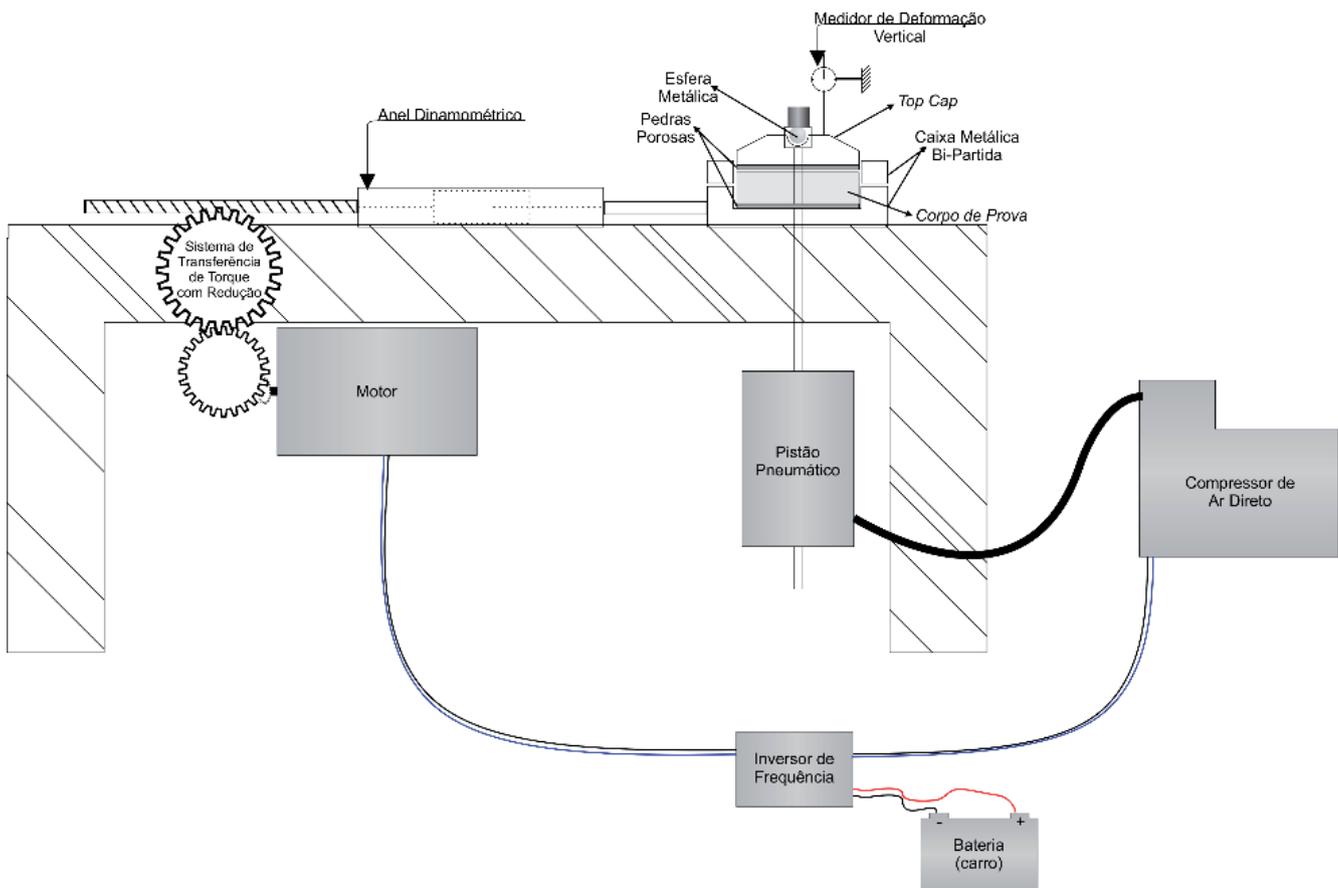


Figura 3. Esquema de funcionamento original do equipamento utilizado

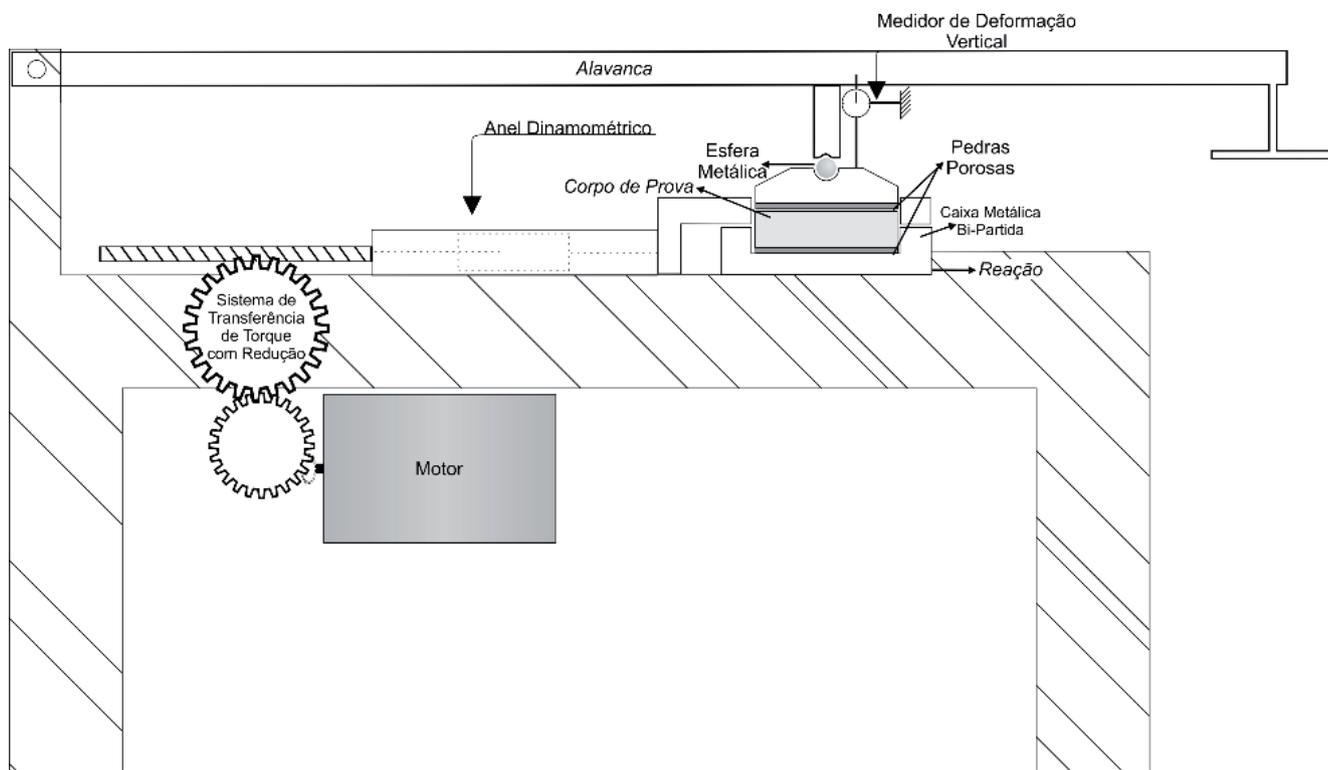


Figura 4. Esquema de funcionamento do equipamento após modificações.

4 DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE ESTUDOS

A metodologia de escolha dos pontos de estudos seguiu em concordância com o postulado por Davison Dias (1995) no que tange a extrapolação de resultados obtidos em um ponto de estudo para toda a unidade geotécnica.

Com base na condição afirmada por Zuquette (1987), de que solos na mesma unidade geotécnica, porém, em diferentes elevações podem apresentar discrepâncias de comportamento mecânico, consideram-se informações de relevo, drenagem, vias de acesso, além de imagens de satélite na busca por locais de solo exposto.

De modo a facilitar a navegação em campo, empregou-se um equipamento GPS, ao qual foram previamente gravadas as coordenadas de possíveis pontos de coleta.

4.1 Nomenclatura de Unidades Geotécnicas

As unidades geotécnicas são definidas conforme Davison Dias (1995) de forma que a nomenclatura adotada é composta pela inicial do tipo de solo em maiúscula, seguida da inicial do tipo de rocha em minúscula, como pode ser visto na Figura 5.

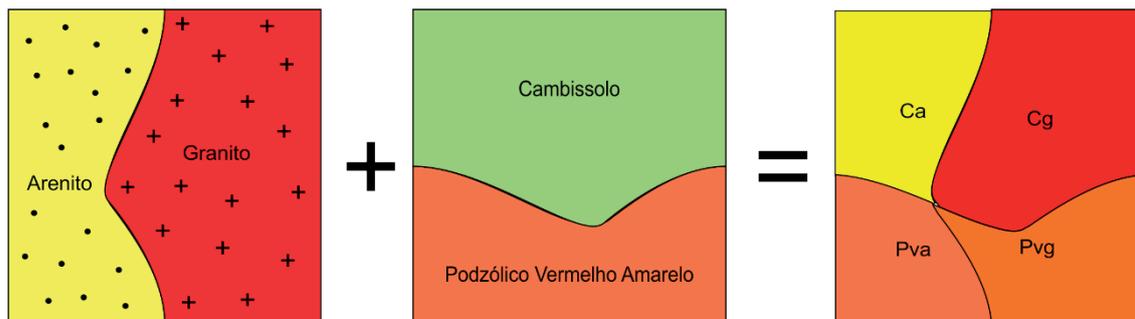


Figura 5. Definição de nomenclatura de unidades geotécnicas.

O Quadro 1 apresenta as simbologias utilizadas para os tipos de solo, em letras maiúsculas.

Quadro 1. Quadro de Simbologias de Pedologia Simplificada (Davison Dias 2001)

Sigla	Classificação	Sigla	Classificação
A	Aluviais	P	Podzóis Indiscriminados
AQ	Areia Quartzosa	PB	Podzólico Bruno-Acinzentado
B	Brunizém	PE	Podzólico Vermelho-Escuro
BV	Brunizém Vértico	PL	Planossolo
C	Cambissolo	PLV	Planossolo Vértico
CB	Cambissolo Bruno	PLP	Planossolo Plíntico
GH	Glei	PT	Plintossolo
HO	Solo Orgânico	PV	Podzólico Vermelho-Amarelo
LA	Latossolo Amarelo	R	Litólico
LB	Latossolo Bruno	TR	Terra Roxa Estruturada
LBC	Latossolo Bruno Câmbico	TB	Terra Bruna-Estruturada
LBR	Latossolo Bruno-Roxo	TBR	Terra Bruna-Roxa
LE	Latossolo Vermelho-Escuro	TBV	Terra Bruna Podzólica
LR	Latossolo Roxo	V	Vertissolo
LV	Latossolo Vermelho-Amarelo		

A nomenclatura é complementada com a simbologia de litologia, apresentada no quadro 2.

Quadro 2. Quadro de Simbologias Simplificadas Para Litologias (Davison Dias 2001)

Sigla	Classificação	Sigla	Classificação
a	Arenito	g	Granito
ag	Argilito	gl	Granulito
an	Andesito	gn	Gnaisse
ar	Ardósia	gd	Granitóide
b	Basalto	ma	Mármore
br	Brecha	p	Pelito
c	Conglomerado	q	Quartzito
ca	Calcáreo	r	Riolito
cm	Complexo Metamórfico	si	Sienito
cr	Carvão	s	Siltito
d	Diorito	sq	Sedimentos Quaternários
da	Dacito	st	Sedimentos Terciários
f	Folhelho	x	Xisto

4.2 Coleta de Amostras

A coleta de material de estudo foi feita com auxílio de moldes metálicos biselados, de dois tamanhos. Os moldes utilizados para corpos de

prova a serem ensaiados no equipamento de campo têm seção quadrada de 25,84cm² e 2cm de altura (Figura 6), enquanto aqueles destinados aos ensaios no laboratório dispõem da mesma altura, porém 103,22cm² de área.



Figura 6. Processo de moldagem, em campo, de corpo de prova a ser ensaiado. O molde metálico mede duas polegadas de lado e dois centímetros de altura.

A moldagem dos corpos de prova foi feita através da escarificação da encosta e cravação dos moldes de forma a não prejudicar a estrutura original do solo.

Cada corpo de prova foi pesado em balança com precisão de, no mínimo, um décimo de grama para determinação de massa específica do solo. Após a pesagem, o material que não foi destinado ao ensaio em campo foi envolto por filme plástico e então armazenado em caixas térmicas devidamente forradas com solo deformado de forma a evitar prejuízos à estrutura do solo em virtude do transporte. Além dos corpos de prova indeformados, coletou-se material desagregado para determinação de teor de umidade e pesquisas futuras de laboratório.

Procurou-se realizar as campanhas de campo após períodos de três dias sem registros de chuvas nas regiões pesquisadas. Cada campo aconteceu seguindo programação pré determinada, de forma que a logística envolvida na sequência dos pontos de estudos foi definida com apoio de imagens de satélite, modelos digitais de terreno, informações de estradas e drenagens, entre outros. A primeira providência em campo foi a moldagem de um corpo de prova para ensaio em campo, o que possibilitou a realização do cisalhamento paralelamente à moldagem dos corpos de prova para ensaios laboratoriais e registros fotográficos e de coordenadas geográficas.

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos nos ensaios realizados durante esse trabalho encontram-se dispostos em tabelas separados pela litologia de origem. Cada tabela apresenta o nome atribuído ao ponto, a unidade geotécnica analisada (nomenclatura apresentada nos quadros Quadro 1 e Quadro 2, parâmetros de resistência ao cisalhamento: Coesão (c) e Ângulo de Atrito (Φ), massa específica natural do solo (γ_n), massa específica do solo seco (γ_d), teor de umidade natural do solo (w) e a cidade onde o solo foi coletado. Os parâmetros de cisalhamento direto foram obtidos em ensaios normatizados (convencional), ensaios de múltiplos estágios em equipamento com instrumentação computadorizada do Laboratório de Mecânica dos Solos da Universidade Federal de Santa Catarina (Múltiplos estágios -LMS), e em ensaios executados durante as campanhas de campo, no equipamento adaptado por esta pesquisa (Múltiplos estágios - Campo). Os resultados que apresentam boa relação entre o ensaio convencional e os ensaios em múltiplos estágios são apresentados em negrito. Os resultados dos parâmetros de resistência obtidos para solos provenientes de arenitos estão apresentados na Tabela 1.

Não foi possível comparar os resultados de ensaios em campo para solos residuais de arenito, uma vez que no primeiro campo, onde foi coletado o ponto 02, não coletou-se material para ensaios em laboratório. Os pontos 24, 25 e 32 foram coletados durante a fase de adaptações do equipamento de campo, motivo pelo qual não existem resultados de campo para estes pontos. O ponto 59, coletado na última campanha de campo, mostrou resultados semelhantes entre os parâmetros obtidos pela metodologia convencional e de múltiplos estágios executados no Laboratório de Mecânica dos Solos da UFSC.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos ensaios de solo residual de argilito. Efetuou-se ensaios em solos provenientes de argilito no primeiro campo, durante o período de adequações do equipamento de campo e após as modificações.

Tabela 1. Resultados para solos residuais de Arenito

Nome	Unidade	Convencional		Múltiplos estágios - LMS		Múltiplos estágios - Campo		γ_n (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	W ⁰ %	Cidade
		c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)				
m02	Ca	-	-	-	-	34,7	30	1,76	1,52	16	Gaspar
m23	Pva	5	28,8	-	-	-	-	1,66	1,3	28	Ituporanga
m24	Ca	5,7	26,3	-	-	-	-	1,60	1,39	15	Ituporanga
m25	PVa	16	19,8	-	-	-	-	1,69	1,23	37	Ituporanga
m32	Ca	15,8	29,7	-	-	-	-	1,54	1,18	31	São José
m59	Ca	9,4	33,3	13,8	24,3	-	-	1,78	1,46	22	Ituporanga

Tabela 2. Resultados para solos residuais de Argilito

Nome	Unidade	Convencional		Múltiplos Estágios - Lms		Múltiplos Estágios - Campo		γ_n (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	W ⁰ %	Cidade
		c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)				
m01	Cag	-	-	-	-	83,4	14,4	1,92	1,47	31	Gaspar
m26	Cag	14,8	26,2	-	-	-	-	1,92	1,59	21	Alfredo Wagner
m27	Cag	15,2	27,6	-	-	-	-	1,8	1,41	28	Alfredo Wagner
m28	Cag	17,3	27,9	-	-	-	-	1,8	1,59	13	Alfredo Wagner
m29	Cag	8,7	33,7	-	-	-	-	1,79	1,57	14	Alfredo Wagner
m30	Cag	7,3	33,4	-	-	-	-	1,82	1,52	20	Alfredo Wagner
m44	Cag	29,4	24,1	23,3	27,7	5,3	24,6	1,86	1,35	38	Dona Emma
m45	PVag	10,6	34,5	11,7	34	24,6	29,6	1,99	1,74	14	Presidente Getúlio
m46	PVag	19,1	26,7	5,6	37,6	2,6	43,1	1,94	1,59	22	José Boiteux
m47	Cag	14	40,6	11,5	36,4	9,3	43	1,89	1,61	17	José Boiteux
m48H	Cag	18,2	29,8	17	29,9	7,4	34,4	1,66	1,23	35	José Boiteux
m48V	Cag	4	35,7	4,3	33	29,3	32,2	1,66	1,23	35	José Boiteux
m50	Cag	64	25,6	59,7	27	-1,5*	36,9	1,85	1,42	30	Rodeio
m60	Cag	2,5	34,3	6,3	24,8	-	-	1,82	1,4	30	Alfredo Wagner

*Valores negativos para coesão são fisicamente incoerentes, e claramente representam um erro no ensaio.

Os parâmetros obtidos no primeiro campo não foram coerentes, e apresentaram valores de resistência super estimados para coesão. Resultados como o apresentado no primeiro ponto de estudos motivaram as modificações realizadas no equipamento de campo. As mudanças efetuadas permitiram a execução de ensaios de múltiplos estágios em campo, e comparar os parâmetros obtidos com ensaios realizados em laboratório sob

os métodos convencionais e de múltiplos estágios. Os resultados obtidos após as modificações do equipamento de ensaios em campo, apresentaram-se semelhantes àqueles de ensaios de laboratório e coerentes com o esperado para esse tipo de solo. Incoerências como as encontradas no ponto 50 podem ser atribuídas aos planos presentes nos solos residuais de argilito.

Os solos provenientes da decomposição por intemperismo dos depósitos de encosta foram estudados em três pontos durante os trabalhos de

campo realizados. Os resultados dos parâmetros encontrados para esse tipo de solo encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados para solos de depósito de encosta

Nome	Unidade	Convencional		Múltiplos Estágios - LMS		Múltiplos Estágios - Campo		γ_n (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	W ⁰ %	Cidade
		c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)				
m52	Cde	9,2	33	10,8	31,7	22,5	33,2	1,68	1,26	33,33	Rodeio
m55	Cde	11,6	27,7	11,1	28,7	16,2	30,2	1,74	1,32	31,82	Blumenau
m58	Cde	-1,9	36,3	1,2	31,5	-	-	1,84	1,4	31,43	Ituporanga

Os parâmetros de resistência obtidos para Cambissolo de Depósito de Encosta apresentaram ângulo de atrito entre partículas bastante próximos de 30 graus. A parcela da resistência ao cisalhamento atribuída à coesão, no ponto 52, apresentou elevada variação entre os ensaios de laboratório e de campo. A diferença, neste caso, pode ser atribuída a variações do tamanho do corpo de prova. Para o ponto 55 os resultados de laboratório e de campo mostraram-se semelhantes,

tanto pelo método convencional como segundo o protocolo de múltiplos estágios. Os parâmetros obtidos no ponto 58 apresentaram-se semelhantes, porém a coesão encontra-se incoerente segundo o ensaio convencional.

Solos residuais de folhelho foram estudados em dois pontos durante este trabalho. Os resultados obtidos para os pontos 03 e 54, nas cidades de Gaspar e Blumenau, respectivamente, estão representados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados para solos residuais de folhelho

Nome	Unidade	Convencional		Múltiplos Estágios - LMS		Múltiplos Estágios - Campo		γ_n (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	W ⁰ %	Cidade
		c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)				
m03	Cf	-	-	-	-	134,6	16,2	1,98	1,63	21,47	Gaspar
m54	Cf	6,5	38,2	7,8	32	1,3	31,2	1,93	1,71	12,87	Blumenau

O ponto 03, estudado na primeira campanha de campo, apresentou resultado incoerente quanto a parcela de resistência atribuída à coesão. O ponto 54, por outro lado, foi estudado em

campo após a última modificação do equipamento de cisalhamento direto e apresentou resultados semelhantes àqueles obtidos nos ensaios de laboratório.

Tabela 5 apresenta os resultados referentes aos solos residuais de granito. Foram realizados ensaios em treze pontos, em cinco cidades, cuja litologia associada ao solo era granítica.

Tabela 5. Resultados para solo residual de granito

Nome	Unidade	Convencional		Múltiplos Estágios - LMS		Múltiplos Estágios - Campo		γ^n (g/cm ³)	γ^d (g/cm ³)	W ₉₀	Cidade
		c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)				
m06	Pvg	-	-	-	-	-22,1*	26,2	1,48	1,07	38,32	Gaspar
m10	PVg	-	-	-	-	39,2	21,7	1,5	1,39	7,91	Palhoça
m19	Cg	-	-	-	-	99,9	13,3	1,85	1,5	23,33	Camboriú
m20	PVg	26,1	28,2	-	-	36	20,2	1,72	-	-	Camboriú
m21	PVg	-	-	-10,2*	29,3	10,9	34,2	1,63	1,47	10,88	Balneário Camboriú
m31	Cg	8,2	28,7	-	-	-	-	1,74	1,35	28,89	São José
m33	PVg	2,1	36,7	-	-	-	-	1,81	1,48	22,30	Balneário Camboriú
m35	PVg	4	34,7	-	-	-	-	1,92	1,52	26,32	Balneário Camboriú
m36	PVg	6,3	31,8	-	-	-	-	1,74	1,32	31,82	Balneário Camboriú
m38	PVg	11,1	27,5	-	-	-	-	1,61	1,28	25,78	Camboriú
m39	Cg	6,1	33,8	-	-	-	-	1,93	1,59	21,38	Camboriú
m41	PVg	5	33,6	-	-	-	-	1,8	1,54	16,88	Camboriú
m42	Cg	9,1	25,6	-	-	-	-	1,77	-	-	Camboriú

*Valores negativos para coesão são fisicamente incoerentes, e claramente representam um erro no ensaio.

Dos resultados obtidos nos primeiros campos, o ponto 10 apresentou resultado condizente com dados de literatura como Santos (1997). Os pontos 6 e 19, por outro lado, apresentaram resultados incoerentes e, novamente, justificaram as adequações realizadas posteriormente. O resultado obtido para o ponto m20 mostrou-se semelhante aos resultados encontrados por outros autores e com alguma semelhança entre os parâmetros de campo e de laboratório. O ensaio de múltiplos estágios realizado no laboratório, para o ponto 21, obteve um resultado incoerente para a parcela de resistência relativa à coesão.

Os pontos 31 a 42 foram estudados durante o período de adaptações do equipamento de campo e não apresentam resultados comparativos. Os dados obtidos condizem com os resultados de Meirelles & Davison Dias (2004).

Solos residuais de gnaiss estudados por este trabalho têm seus resultados apresentados na Tabela 6.

Da mesma forma como para as demais litologias, os ensaios realizados nos primeiros campos não apresentam dados de ensaios comparativos, salvo o ponto 12 cujo resultado mostrou-se bastante semelhante na comparação entre o método convencional e de múltiplos estágios. Apesar do resultado comparativo do ponto 12, o ponto 7 apresentou coesão incoerente.

Os resultados obtidos após as modificações do equipamento de campo mostraram-se semelhantes na comparação entre os ensaios convencionais e de múltiplos estágios, e são condizentes com os dados obtidos por Godoi (2014).

O único ponto estudado e classificado como solo residual de siltito ocorreu na cidade de Blumenau e seu resultado está apresentado, no padrão das outras litologias, na Tabela 7.

Tabela 6. Resultado para solos residuais de gnaiss

Nome	Unidade	Convencional		Múltiplos Estágios - Lms		Múltiplos Estágios - Campo		γ_n (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	W ⁰ %	Cidade
		c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)				
m04	PVgn	-	-	-	-	11,4	24	1,57	1,27	23,62	Gaspar
m05	Cgn	-	-	-	-	23,6	15,9	1,4	1,01	38,61	Gaspar
m07	PVgn	-	-	-	-	85,6	11,6	1,83	1,44	27,08	Ilhota
m08	PVgn	-	-	-	-	32,5	20,6	1,57	1,3	20,77	Ilhota
m09	Cgn	-	-	-	-	13,9	21,9	1,53	1,08	41,67	Luiz Alves
m12	Cgn	7,3	30,7	-	-	13,4	28,4	1,87	1,67	11,98	Palhoça
m13	PVgn	-	-	-	-	15,3	18,1	1,39	1,11	25,23	Palhoça
m49	Cgn	5,6	31,5	6,6	29,6	15,3	35,8	1,75	1,37	27,74	Rodeio
m51	PLVgn	2,4	33,3	6,2	29	4,5	30,3	1,57	1,36	15,44	Rodeio
m56	PLVgn	11,7	31,4	12	26,5	12,6	31,4	1,84	1,46	26,03	Blumenau
m57	PVgn	3,8	30,4	4,9	28,7	6,3	33,3	1,29	1,04	24,04	Blumenau

Tabela 7. Resultado para solos residuais de siltito

Nome	Unidade	Convencional		Múltiplos Estágios - LMS		Múltiplos Estágios - Campo		γ_n (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	W ⁰ %	Cidade
		c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)				
m53	Cs	20,6	35,3	14,3	37	8,6	28,4	1,84	1,72	6,98	Blumenau

A comparação entre os resultados mostra que existe alguma diferença entre os parâmetros obtidos, porém não se apresenta como limitante

ao uso da técnica de múltiplos estágios para mapeamento geotécnico.

Os ensaios em solo residual de xisto têm seus resultados apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Resultado para solos residuais de xisto

Nome	Unidade	Convencional		Múltiplos Estágios - LMS		Múltiplos Estágios - Campo		γ_n (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	W ⁰ %	Cidade
		c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)				
m15	Cx	-	-	-18*	29,3	-16,3*	17,1	1,92	1,55	23,87	Balneário Camboriú
m16	PVx	19,2	28,1	-	-	47,8	16,7	1,67	1,36	22,79	Camboriú
m17	PVx	-	-	4,8	24,5	27,2	20,5	1,68	1,4	20,00	Balneário Camboriú
m18	Cx	3,4	35,3	-	-	104,2	13,2	1,85	1,51	22,52	Camboriú
m40	PVx	6	37,7	-	-	-	-	1,72	1,36	26,47	Camboriú

*Valores negativos para coesão são fisicamente incoerentes, e claramente representam um erro no ensaio.

Como a xistosidade da rocha é herdada pelo solo residual, as descontinuidades presentes no xisto podem causar maior dispersão entre os resultados comparativos. Não esperam-se, porém, resultados como os obtidos nos pontos 15 e 18 que tratam-se de incoerências que motivaram as modificações realizadas posteriormente.

Da mesma forma como para os solos de siltito, os solos residuais de diabásio, riolito, e solo do tipo terra vermelha bruna que foram estudados por apenas um ponto, encontram-se apresentados no mesmo padrão das demais litologias, nas tabelas Tabela 9, Tabela 10, e Tabela 11. O resultado obtido para o solo residual de diabásio não apresenta comparativo.

Tabela 9. Resultados para solo residual de diabásio

Nome	Unidade	Convencional		Múltiplos Estágios - LMS		Múltiplos Estágios - Campo		γ_n (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	W%	Cidade
		c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)				
m14	PVdb	-	-	-	-	57	19,2	1,6	1,56	2,56	Palhoça

Tabela 10. Resultados para solo residual de Riolito

Nome	Unidade	Convencional		Múltiplos Estágios - LMS		Múltiplos Estágios - Campo		γ_n (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	W%	Cidade
		c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)				
m11	PVr	12,9	33,9	-	-	11,3	30,6	1,91	1,54	24,03	Palhoça

Os parâmetros obtidos por múltiplos estágios em campo, e pelo método convencional no laboratório são bastante semelhantes para o solo residual de Riolito.

Tabela 11. Resultado para Terra Vermelha Bruna

Nome	Unidade	Convencional		Múltiplos Estágios - LMS		Múltiplos Estágios - Campo		γ_n (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	W%	Cidade
		c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)				
m43	TVB	6,1	28,2	4,3	29,8	16,8	28,7	1,66	1,36	22,06	José Boiteux

A resistência ao cisalhamento obtida para Terra Vermelha Bruna na cidade de José Boiteux apresentou resultados bastante semelhantes comparando-se os resultados de Múltiplos estágios e convencional. O resultado obtido em campo apresentou coesão relativamente maior, o que pode

ser fruto da diferença no tamanho dos corpos de prova ensaiados em campo e em laboratório.

A Tabela 12 apresenta os resultados obtidos para resistência ao cisalhamento de solos residuais de migmatito.

Tabela 12. Resultado para solo residual de Migmatito

Nome	Unidade	Convencional		Múltiplos Estágios - LMS		Múltiplos Estágios - Campo		γ_n (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	W ⁰ %	Cidade
		c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)	c (kN/m ²)	Phi (°)				
m22	PVmg	-	-	-	-	5,7	-3,8*	1,85	1,76	5,11	Balneário Camboriú
m34	PVmg	11,4	31,5	-	-	-	-	1,66	1,3	27,69	Balneário Camboriú

*Valores negativos para ângulo de atrito são fisicamente incoerentes, e claramente representam um erro no ensaio.

Os resultados de ensaio em solos residuais de migmatito não apresentam dados comparativos, porém é evidente que o resultado de ângulo de atrito no ponto 22 é incoerente .

Do total de ensaios realizados em comparativo, julgou-se 18 como resultados adequados.

Os resultados obtidos após todas as modificações somaram 19 comparativos, dos quais, 17 atingiram resultados considerados adequados. Os gráficos da Figura 7 evidenciam a mudança de 66,67% para 89,47% dos resultados adequados.

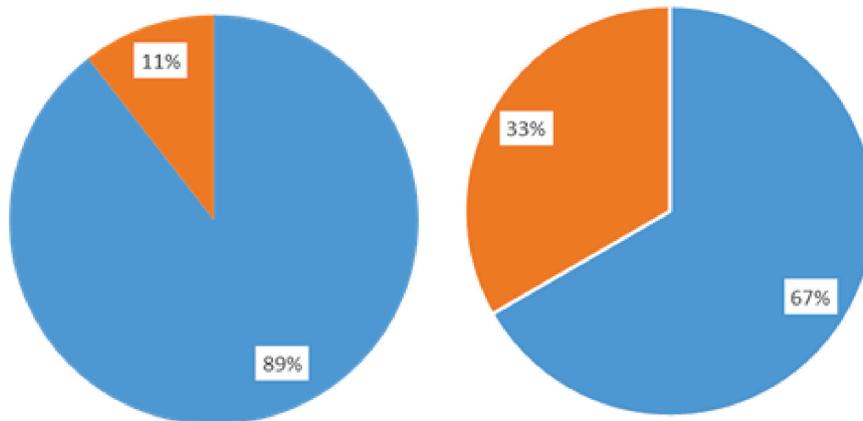


Figura 7. Gráficos ilustrativos dos resultados considerados adequados (azul)

Como a envoltória de Mohr-Coulomb pode ser entendida como o limite dos estados de tensões possíveis antes da ruptura da encosta, ou seja, a iminência de ruptura, pode-se entender que qualquer ponto sob a envoltória representa um estado de tensões em que o solo encontra-se estável. Para possibilitar uma quantificação dos desvios ocorridos em função da forma de

execução dos ensaios, calculou-se as “áreas” sob as envoltórias. A Figura 8 apresenta a comparação das áreas sob as envoltórias, o valor de área sob a envoltória obtida pela metodologia convencional, em laboratório, foi tomada como padrão em cada ponto, a partir das quais estabeleceu-se comparações percentuais.

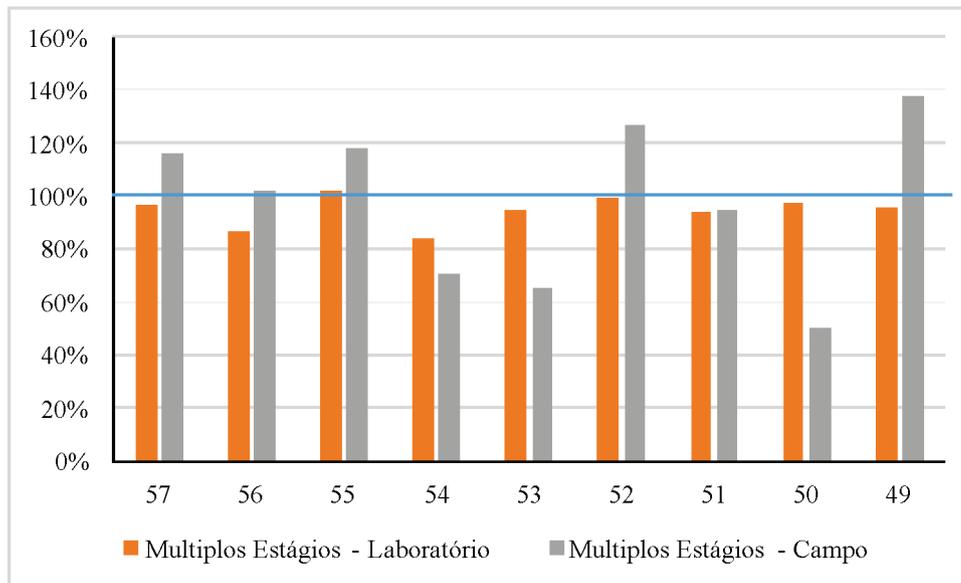


Figura 8. Comparação Entre Áreas Sob Envoltórias De Ruptura. A linha destacada (azul) mostra o valor de 100%, atribuído ao resultado de ensaio convencional de laboratório.

A análise das “áreas” sob as envoltórias de ruptura dos pontos mostra que apenas os para o ponto 55 ocorreu de os resultados de múltiplos estágios de campo e de laboratório representarem estados de tensões “estáveis” mais elevados do que os resultados convencionais de laboratório. O resultado apresentado é concordante ao que foi pesquisado por Izzo (2003), no sentido de que esperam-se resultados de menor resistência para ensaios de múltiplos estágios, ou seja, apresentam-se a favor da segurança.

6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos possibilitaram concluir que as modificações foram positivas uma vez que os resultados adequaram-se aos obtidos em contra provas de laboratório e a resultados de outros autores como Parizoto (2014), Raimundo (1998), Beviláqua (2004), Santos (1997), Meirelles & Davison Dias (2004), Bastos (1991), Davison Dias (1987), Higashi (2006) e Godoi (2014).

A análise das “áreas sob as envoltórias” que representam os estados de tensões para encontrar estáveis com os determinados parâmetros de resistência mostraram-se de acordo com o pesquisado por Izzo (2003), de que esperam-se resultados

com parâmetros de resistência mais conservadores em ensaios realizados em Múltiplos estágios.

Os resultados obtidos permitem concluir que o protocolo de ensaios de campo é exequível e as comparações apresentadas mostram que eventuais imprecisões são de magnitude tal que não influem decisivamente para o resultado final do mapeamento.

Com base nos preceitos de Zuquette & Gandolfi (1992) que dizem que mapeamento geotécnico não substitui os estudos pontuais, mas devem servir para indicar sua necessidade, é possível concluir a partir do resultados apresentados que o protocolo de ensaios rápidos, com priorização do tempo para obtenção de parâmetros de resistência não prejudica o resultado final do mapeamento.

Fundamentado por Antoniutti Neto & Vilar (1990) que defendem a técnica de múltiplos estágios por economizar tempo, conclui-se que o protocolo investigado beneficia o mapeamento geotécnico por atribuir maior representatividade dos parâmetros utilizados para as estimativas de susceptibilidade aos deslizamentos.

As envoltórias obtidas nos ensaios mostraram-se potencialmente próximas, principalmente para Múltiplos estágios e convencional de laboratório, havendo algumas discrepâncias ao

comparar resultados do equipamento de laboratório para o equipamento de campo. Como a área do corpo de prova de campo é de aproximadamente $\frac{1}{4}$ daquela utilizada em laboratório podem estar atreladas a esta característica, conforme Lo (1970).

REFERÊNCIAS

- Antoniutti Neto, Luis, and Orenco Monje Vilar. 1990. "Aspectos Da Resistencia Ao Cisalhamento de Misturas de Solo Laterítico - Brita." 6° CBGE.
- ASTM D3080. 2003. *Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions*. Vol. 4. West Conshohocken, PA. www.astm.org.
- Bastos, C. A. B. 1991. "Mapeamento E Caracterização Geomecânica Das Unidades Geotécnicas de Solos Oriundos Dos Granitos, Gnaisses E Migmatitos de Porto Alegre." Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Beviláqua, F. Z. 2004. "Estudo Do Comportamento Geomecânico Dos Solos Residuais de Granito de Florianópolis." Universidade Federal de Santa Catarina.
- Davison Dias, Regina. 1987. "Aplicação de Pedologia E Geotecnia No Projeto de Fundações de Linhas de Transmissão." Universidade Federal do Rio de Janeiro. http://www.coc.ufrj.br/index.php/component/docman/doc_download/509-regina-davison-dias-doutorado?Itemid=.
- — —. 1995. "Proposta de Metodologia de Definição de Carta Geotécnica Básica Em Regiões Tropicais E Subtropicais." *Revista Do Instituto Geológico* 16 (special): 51-55. doi:10.5935/0100-929X.19950011.
- — —. 2001. "Proposta de Uma Metodologia de Estudos Geotécnicos Para Implantação de Rodovias, Estradas Rurais E Vicinais Em Solos Brasileiros." *Reunião Anual de Pavimentação*. Florianópolis.
- Godoi, Cesar Schmidt. 2014. "Caracterização Geomecânica De Um Solo Residual De Gnaisse - Santo Amaro Da Imperatriz, Santa Catarina." Universidade Federal de Santa Catarina.
- Higashi, Rafael Reis. 2002. "Utilização de Um SIG No Desenvolvimento de Um Banco de Dados Geotécnicos Do Norte Do Estado Do Rio Grande Do Sul." Universidade Federal de Santa Catarina. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84205>.
- Higashi, Rafael Reis. 2006. "Metodologia de Uso E Ocupação Dos Solos de Cidades Costeiras Brasileiras Através de SIG Com Base No Comportamento Geotécnico E Ambiental." Universidade Federal de Santa Catarina. <http://www.tede.ufsc.br/teses/PECV0428.pdf>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2010. "Censo Demográfico 2010." www.ibge.gov.br.
- Izzo, Ronaldo Luis Dos Santos. 2003. "Influência Da Contaminação Por Cloreto De Cobre Na Resistência De Um Solo Arenoso Compactado." UNESP. <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/90818>.
- Lambe, William T., and Robert T. Whitman. 1969. *Soil Mechanics*. Edited by John Wiley & Sons. New York: Massachusetts Institute of Technology.
- Lo, K Y. 1970. "The Operational Strength of Fissured Clays." *Geotechnique* 20 (1). Thomas Telford: 57-74.
- Meirelles, M. C., and R. Davison Dias. 2004. "Estudo Da Erodibilidade de Solos Residuais Do Complexo Granito-Gnaissico - Município de Santo Amaro Da Imperatriz, SC." *5º Simpósio Brasileiro De Solos Não Saturados* 1: 465-70.
- Parizoto, Daniel Galvão Veronez. 2014. "Contribuição Dos Diferentes Fatores Aos Processos de Deslizamento E a Influência Antrópica No Nível de Danos Do Desastre de 2008: O Caso Do Complexo Do Morro Do Baú - Ilhota/SC." Universidade Federal de Santa Catarina.
- Raimundo, Huri Alexandre. 1998. "Aspectos Geotécnicos E Pluviométricos Associados a Instabilidade de Encostas Em Florianópolis-SC." UFSC.

Santos, Glaci Inez Trevisan. 1997. "Integração de Informações Pedológicas, Geológicas E Geotécnicas Aplicadas Ao Uso Do Solo Urbano Em Obras de Engenharia." UFRGS. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/111802>.

Xavier, Sinval Cantarelli. 2004. "O Solo Criado No Urbanismo E No Direito Urbanístico Brasileiro." Universidade Federal de Pelotas.

Zuquette, L. V. 1987. "Análise Crítica Da Cartografia Geotécnica E Proposta Metodológica Para Condições Brasileiras." *São Carlos* 3.

Zuquette, Lázaro Valentim, and Nilson Gandolfi. 1992. "Algumas Reflexões Sobre O Mapeamento Geotécnico." *Anuário Do Instituto de Geociências*.

DIRETRIZES PARA AUTORES

PREPARAÇÃO PARA SUBMISSÃO

Tipo e Tamanho de Arquivo: O texto do manuscrito deverá ser enviado em **arquivo Word (.doc)**, **em separado**, com os locais de inserção das figuras assinalados, seguido das respectivas legendas. As **ilustrações** deverão ser enviadas em **arquivo .tif**, também **em separado** (uma ilustração por arquivo). O mesmo procedimento deverá ser adotado para as **tabelas**, em arquivo. doc.

O artigo não poderá ultrapassar a **10.000** palavras ou **20 páginas**, incluindo título, autores, instituições e e-mail, resumo e palavras-chave, abstract e keywords, texto, figuras, tabelas, mapas, referências e legendas.

Nenhum **arquivo** poderá ultrapassar a **10Mb** de tamanho.

Forma de envio: O texto deverá ser enviado junto com as **ilustrações** (inclusive tabelas) no Sistema Eletrônico de submissão (ver passos práticos para envio de manuscritos na página da RBGEA, no ítem “Instruções para envio de artigos”).

ARTIGOS

Organização de artigos: deverá constar em sequência, o título, nome completo do(s) autor(es), instituição e e-mail (nome da instituição, cidade, estado, país e e-mail. Para alunos de mestrado ou doutorado, indicar “Programa de Pós-graduação”, instituição, e demais informações acima), resumo e palavras-chave, abstract e keywords, texto completo, referências, ilustrações e tabelas. O texto deve conter, preferencialmente: introdução, materiais e métodos, resultados, discussão, conclusões e agradecimentos.

Hierarquização dos títulos e subtítulos: Deve seguir o padrão:

Nível 1 - EM **NEGRITO**, TODAS AS LETRAS MAIÚSCULAS.

Nível 2 - Em **negrito**; a primeira letra da primeira palavra em maiúscula e as demais minúsculas.

Nível 3 - **ITÁLICO**, NÃO **NEGRITO**, TODAS AS LETRAS MAIÚSCULAS.

Nível 4 - **Itálico**, não **negrito**; a primeira letra da primeira palavra em maiúscula e as demais minúsculas.

Agradecimentos - **Negrito e itálico** (apenas o subtítulo). **Referências - Negritas e minúsculas** (apenas o subtítulo).

Manter um espaço simples entre itens e subtítulos do texto. Utilizar fonte Times New Roman, tamanho 11.

A indicação da inserção das ilustrações (figuras, tabelas, etc) no texto deverá ser em posição o mais próximo possível de sua primeira citação.

Formato do Resumo, Resúmen e o Abstract: Não poderão exceder 300 palavras cada, em parágrafo único, fonte Times New Roman, corpo 10, espaço simples (1,0) e serem seguidos de palavras-chaves, palabras claves e keywords (no mínimo 3 e máximo 5), respectivamente. Artigos em português, espanhol ou francês deverão ter o título vertido para o idioma inglês, em **MAIÚSCULO E ITÁLICO**, colocado após a palavra Abstract.

Formato do texto: Editar o texto em Word, fonte Times New Roman, corpo 11, espaço simples, papel A4, orientação em retrato e editado em apenas uma coluna. As margens deverão ter as seguintes medidas: superior: 2,0; inferior 2,0; esquerda 3,0 e direita 2,0. Digitar as tabelas em documentos word.

Abreviações: Devem ser evitadas ou mantidas ao mínimo. Se usadas, devem ser definidas na primeira vez que forem mencionadas e não devem ser utilizadas no título, resumo e abstract.

Ilustrações: A versão impressa da RBG publica ilustrações em preto e branco e tons de cinza. A versão “on line” publicações coloridas. As fontes usadas para textos sobre fotografias deve ser uma da família da Helvética.

As ilustrações gráficas, fotográficas e fotomicrográficas serão numeradas sequencialmente, na ordem de sua citação no texto e consideradas, mesmo pranchas, indiscriminadamente como Figuras. Deverão ser separadas do texto por uma linha. Não serão aceitos encartes. Fotografias de afloramentos deverão apresentar barra de escala e indicação do norte.

Letreiros e símbolos das ilustrações devem ter dimensões adequadas para permitir legibilidade. **As ilustrações** deverão ter **larguras** mínimas de **9** ou **18** centímetros (permitir diagramação em uma ou duas colunas). Explicar todos os símbolos. Escalas gráficas, se necessárias, devem ser colocadas dentro da área das ilustrações.

As **Tabelas** devem ser auto-explicativas, com as laterais abertas, concisas e numeradas seqüencialmente. Devem ser elaboradas em Times New Roman, corpo 9. As legendas das ilustrações deverão ser redigidas com a mesma fonte do texto e corpo.

Formato das Figuras: Só serão aceitas figuras .tif, devendo ter **resolução mínima de 300dpi**, com tamanhos largura de 8,7 cm ou de 17,7, com comprimento máximo de 21 cm.

Fórmulas e Equações: Numerar as fórmulas e equações seqüencialmente à direita, com números arábicos entre parênteses e, no texto, referir como “equação (1)”, etc.

Citações no corpo do texto: Deve-se seguir os formatos do seguinte exemplo: ...”Cunha (1985) interpreta a feição como uma estrutura de resfriamento magmático precoce, mas outros (Lima 1986, Fonseca *et al.* 1989, Ferreira & Araújo 1994) como uma feição tardia”.

Referências: Relatórios internos são serão aceitos nas referências, com exceção daqueles que são amplamente difundidos na comunidade científica e autorizados pelos consultores **ad hoc**. As referências deverão ser feitas em Times New Roman, corpo 10. Ao final do texto, ordenar as referências em ordem alfabética do sobrenome do primeiro autor, empregando os seguintes formatos:

LIVROS:

Arndt N.T. & Nisbet E.G. (Eds.) 1982. **Komatiites**. George Allen & Unwin, London, 526 pp.

CAPÍTULOS DE LIVROS:

Pollack H.N. 1997. Thermal characteristics of the Archean. **In:** M. de Wit & L.D. Ashwal (eds.) **Greenstone belts**. Oxford Monographs on Geology and Geophysics, 25, Oxford University Press, p.: 223-232.

ARTIGOS DE PERIÓDICOS:

Resende M.G. & Jost H. 1995. Petrogênese de formações ferríferas e metahidrotermalitos da Formação Aimbé, Grupo Guarinos (Arqueano), Goiás. **Rev. Bras. Geoc.**, 25:41-50.

Resende M.G., Jost H., Osborne G.A., Mol A. 1998. The stratigraphy of the Goiás and Faina greenstone belts, Central Brazil: a new proposal. **Rev. Bras. Geoc.**, 28:1-15.

Sabóia L. A. 1979. Os **greenstone belts** de Crixás e Goiás, Go. **In:** SBG, Núcleo Centro-Oeste, **Boletim Informativo**, 9:44-72.

ARTIGOS EM PUBLICAÇÕES SERIADAS:

Barbosa O., Braun O.P.G., Dyer R.C., Cunha C.A.B.R. 1970. **Geologia da região do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, Boletim 136, 140 p.

TESES E DISSERTAÇÕES:

Resende L. 1995. Estratigrafia, petrografia e geoquímica da seqüência sedimentar do greenstone Belt de Pilar de Goiás, GO. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 124 p.

ARTIGOS PUBLICADOS EM EVENTOS:

Tassinari C.C.G., Siga Jr. O, Teixeira W. 1981. Panorama geocronológico do centro-oeste brasileiro: solução, problemática e sugestões. **In:** SBG, Simp. Geol. Centro-Oeste, 1, **Atas**, p. 175.

ARTIGOS EM JORNAL:

Coutinho W.O. 1985. O Paço da cidade retorna ao seu brilho barroco. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 6 mar. Caderno B, p.6.

ARTIGOS AINDA NÃO PUBLICADOS:

Silva R.C. (em preparação). Tectônica na região do Alto Iguaçu-PR. Pereira E.W. (submetido). Evolução geológica da faixa de dobramentos Açungui. *Revista Brasileira de Geociências*. Silva R.C. (no prelo). Tectônica na região do Alto Iguaçu-PR. *Revista Brasileira de Geociências* (Aceito ainda sem data de publicação).

FOTOGRAFIAS AÉREAS:

IGC - INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO 1986. (São Paulo). Projeto Lins Tupã. Foto aérea. Escala 1:25.000, São Paulo, Fx28, n. 15.

FOLHAS E MAPAS IMPRESSOS:

INPE - INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS 1987. São José dos Campos (SP): atualização do uso da terra. SF-23-Y-D-II-1 MI-2769/1. São José dos Campos, Mapa Topográfico, escala 1:100.000. Silva A.J. 1999. Mapa geológico da Bacia de Campos. Rio de Janeiro, Petrobrás, 1 mapa geológico, escala 1:50.000.

SÓCIOS PATROCINADORES DA ABGE

