

Caracterização Geotécnica do Fundo Marinho entre Rio Grande e Torres (RS)

Bruna Sá Britto Valério

Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, Brasil, brunasabritto@yahoo.com.br

Antônio Marcos de Lima Alves

Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, Brasil, antonioalves@furg.br

José Antônio Scotti Fontoura

Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, Brasil, scottifontoura@gmail.com

RESUMO: O objetivo deste trabalho é descrever os resultados de uma campanha de investigações geotécnicas, com base em amostras retiradas do leito marinho na região entre as cidades de Rio Grande e Torres, no litoral do estado do Rio Grande do Sul. Durante um cruzeiro do navio oceanográfico Atlântico Sul, da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, patrocinado pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT), foram coletadas de 27 amostras do fundo marinho. As amostras foram coletadas entre as curvas isobatimétricas de 13 a 91 metros de profundidade, através de amostrador de fundo do tipo “box corer”. As amostras foram submetidas a ensaios de caracterização (teor de umidade, em 26 amostras; moldagem de anel para obtenção de índices físicos, em 17 amostras; ensaio de granulometria por peneiramento e sedimentação, em 25 amostras; ensaio para determinação da massa específica dos sólidos, em 26 amostras; limites de Atterberg, em 17 amostras), e ensaios de palheta de laboratório (em 21 amostras). Com os resultados dos ensaios de caracterização, foi organizado um banco de dados bastante amplo, contendo parâmetros descritivos e de comportamento geomecânico dos solos presentes nos pontos amostrados. Este banco de dados pode ser útil no apoio a projetos de Engenharia Costeira, bem como no subsídio a estudos sobre o transporte de sedimentos e gerenciamento costeiro.

PALAVRAS-CHAVE: Sedimentos marinhos, caracterização geotécnica, banco de dados.

1 INTRODUÇÃO

A caracterização das superfícies e subsuperfícies rasas de áreas submersas (rios, reservatórios, lagos, zonas costeiras e plataforma continental interna) são de suma importância para diversas aplicações em engenharia e em gerenciamento de recursos naturais (Souza, 2006). Algumas destas aplicações são: estudos relacionados ao transporte de sedimentos e à interação entre ondas e o leito imerso, projetos de engenharia costeira relacionados à dragagem e instalação de dutos submarinos, assim como para avaliação

de segurança da navegação, e aplicações militares (enterramento de objetos).

Em geral, a caracterização de sedimentos (superficiais ou profundos) presentes em leitos imersos é especialmente desafiadora, dadas as complexas condições ambientais que podem reinar (ondas, ventos, marés, lâmina d'água), e a pequena compacidade ou consistência dos sedimentos superficiais nestas regiões.

A escolha dos processos de amostragem a serem adotados e dos tipos de ensaio a serem realizados depende do ambiente em que os sedimentos se encontram, e dos parâmetros de comportamento que se deseja medir. Além disso, os métodos de amostragem e ensaio

utilizados em zonas emersas muitas vezes têm de ser adaptados (ou mesmo descartados) para a investigação de áreas imersas.

Em relação à caracterização geotécnica de sedimentos imersos, dispõe-se de métodos diretos de investigação, como amostragem e ensaios in-situ (Weaver e Schultheiss, 1990) e métodos indiretos, como os métodos geofísicos (Souza, 2006). Em face do alto custo e da frequente baixa representatividade dos métodos diretos de investigação, os ensaios geofísicos têm bastante aplicabilidade nos ambientes costeiros e oceânicos (Preston et al., 1999, Davis et al., 2002). Porém, mesmo tais métodos geofísicos (geralmente acústicos, como o sonar de varredura lateral) precisam ser calibrados com dados reais do leito imerso, para serem confiáveis (Bulla e Hartmann, 2009).

Segundo Randolph et al. (2005), os ensaios de caracterização básica que devem ser realizados em laboratório, visando aplicações em geotecnia marinha, são: teor de umidade, peso específico seco, peso específico real dos grãos, granulometria, limites de Atterberg e teor de carbonatos. Ensaios de caracterização mais sofisticados, como difração de raios-X e microscopia eletrônica, também podem ser empregados.

Durante um cruzeiro do navio oceanográfico Atlântico Sul, da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, patrocinado pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT), em janeiro de 2013, foi coletado um conjunto de 27 amostras do fundo marinho, na região compreendida entre Rio Grande e Torres (RS). As amostras foram obtidas através de amostrador de fundo do tipo “box corer”, e foram posteriormente submetida a ensaios geotécnicos de caracterização básica e a ensaios de palheta de laboratório. O objetivo do presente trabalho é descrever os resultados da campanha de ensaios de caracterização.

2 LOCAL DE ESTUDO

O local de estudo está compreendido entre as cidades de Rio Grande e Torres, no litoral do estado do Rio Grande do Sul, entre a barra do Rio Grande e a desembocadura do Rio

Mampituba. As amostras foram extraídas entre as curvas isobatimétricas de 13-91 metros de profundidade. Na Figura 1, encontram-se marcados os locais de extração das diversas amostras.

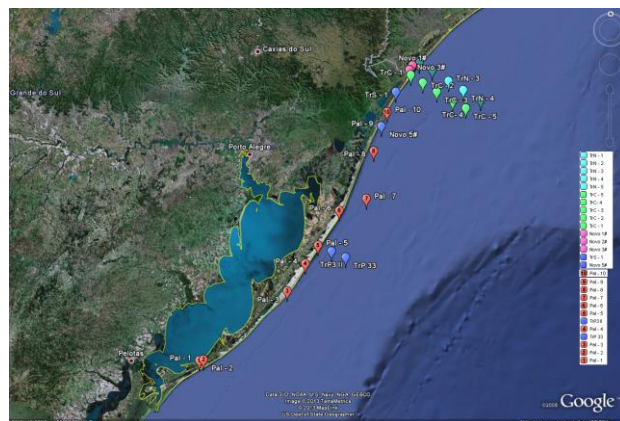


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem.

As coordenadas geográficas e a profundidade da lâmina d'água de cada ponto de amostragem encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Coordenadas geográficas e profundidade da lâmina d'água nos pontos de amostragem.

Amostra	Profundidade (metros)	Coordenadas geográficas	
		Latitude	Longitude
Pal 1	13	31°50,6210' Sul	51°40,2217' Oeste
Pal 2	14	31°50,1552' Sul	51°37,7274' Oeste
Pal 3	18	31°14,6061' Sul	50°49,6183' Oeste
Pal 4	17	31°00,623' Sul	50°39,530' Oeste
Pal 5	18	30°51,326' Sul	50°32,492' Oeste
Pal 6	18	30°33,6445' Sul	50°20,9127' Oeste
Pal 7	24	30°12,2114' Sul	50°05,4784' Oeste
TRP3II	42	30°54,0250' Sul	50°24,5226' Oeste
TRP33	71	30°56,7595' Sul	50°16,2553' Oeste
Pal 8	26	30°03,4025' Sul	50°02,24563' Oeste
Pal 9	23	29°50,7645' Sul	49°58,4267' Oeste
Pal 10	24	29°43,650' Sul	49°55,398' Oeste
TRS 1	21	29°33,394' Sul	49°50,7367' Oeste
Novo 1	15	29°19,7493' Sul	49°41,7671' Oeste
Novo 2	21	29°20,655' Sul	49°41,830' Oeste
Novo 3	21	29°20,655' Sul	49°41,830' Oeste
Novo 5	23	29°50,7810' Sul	49°58,3630' Oeste
TRN 1	22	29°18,3545' Sul	49°37,929' Oeste
TRN 2	31,8	29°21,668' Sul	49°30,333' Oeste
TRN 3	46	29°26,718' Sul	49°20,746' Oeste
TRN 4	60	29°30,880' Sul	49°12,041' Oeste
TRN 5	91	29°35,595' Sul	49°01,727' Oeste
TRC 1	23	29°24,5746' Sul	49°42,5532' Oeste
TRC 2	33	29°28,1553' Sul	49°35,4783' Oeste
TRC 3	44	29°32,4011' Sul	49°27,2755' Oeste
TRC 4	59	29°36,889' Sul	49°17,910' Oeste
TRC 5	91	29°39,911' Sul	49°10,128' Oeste

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Amostragem

De acordo com Tanaka et al. (2001), apesar da qualidade de uma amostra ser de extrema importância para a confiança das propriedades do solo e para futuras comparações de solos analisados em diferentes regiões, não existe um procedimento padrão ou normativo referente ao método de amostragem mais adequado.

Nesta investigação, todas as amostras foram coletadas com amostrador de fundo tipo Ekman (“box corer”). As dimensões da caixa eram 250 mm x 250 mm x 250 mm. O peso do equipamento vazio era de 76 kg, com possibilidade de usar lastro adicional de até 120 kg (Figura 2).



Figura 2. Amostrador de fundo tipo Ekman.

A operação para extração das amostras foi feita através de guincho e cabo de aço. A lâmina d'água operacional somente foi limitada pela velocidade de corrente, uma vez que correntes de grande magnitude podem vir a tombar o amostrador, impedindo assim seu fechamento.

Após o recolhimento do amostrador ao navio, o procedimento (repetido em todas as amostras) consistia em introduzir vagarosamente no centro da amostra um tubo de PVC, com 75 mm de diâmetro e 250 mm de comprimento. O tubo com a subamostra em seguida era fechado com tampa de PVC e lacrado com fita adesiva (para evitar a perda de umidade). Era feita uma marca em forma de

seta no tubo, indicando o seu topo e a base da amostra (Figura 3).



Figura 3. Subamostra do ponto Pal9.

Os 27 tubos com sedimentos foram armazenados em câmara úmida, até o momento de abertura e realização dos ensaios.

3.2 Ensaios de laboratório

O primeiro ensaio realizado nas subamostras foi o ensaio de palheta de laboratório. Para tal, a subamostra era aberta, e a parte superior do tubo PVC era serrada em sua parte superior, se necessário, para possibilitar o alcance do equipamento de palheta na superfície da amostra (Figura 4). O ensaio de palheta de laboratório seguiu o procedimento indicado por Head (1982), tendo por resultado a resistência ao cisalhamento não drenada (S_u) do sedimento, medida a 6,3 cm abaixo da superfície.



Figura 4. Ensaio de palheta de laboratório na subamostra Pal9.

Após a realização do ensaio de palheta, as subamostras foram cuidadosamente extraídas dos tubos de PVC. Uma certa quantidade de material, localizado na profundidade de realização do ensaio de palheta, era reservado para determinação do teor de umidade. Se a amostra apresentasse consistência adequada, um anel era moldado logo abaixo da profundidade do ensaio de palheta, para determinação do peso específico natural (admitindo que não ocorreu amolgamento da amostra).

Durante este processo, observou-se em algumas amostras a presença marcante de conchas marinhas, que poderiam interferir no resultado dos demais ensaios de caracterização. Assim, a fim de evitar a influência da presença de conchas nos ensaios subsequentes, as mesmas foram retiradas manualmente das amostras antes da realização dos ensaios de granulometria, picnômetro e limites de Atterberg. Na Figura 5 é mostrada a fotografia de uma amostra com presença de conchas.



Figura 5. Conchas presentes na amostra Pal8.

Após a moldagem do anel, as amostras foram submetidas aos seguintes ensaios de caracterização básica:

- Análise granulométrica, segundo os procedimentos da ABNT NBR 7181 (1988);
- Determinação da massa específica, através do ensaio de picnômetro, segundo os procedimentos da ABNT NBR 6508 (1984);
- Determinação do limite de liquidez, segundo os procedimentos da ABNT NBR 6459 (1984);
- Determinação do limite de plasticidade, segundo os procedimentos da ABNT NBR 7180 (1984).

4 RESULTADOS DOS ENSAIOS

4.1 Composição granulométrica

A distribuição granulométrica dos sedimentos, composta pelos resultados dos ensaios de peneiramento e sedimentação, permitiram definir as frações percentuais de argila ($\phi \leq 0,002$ mm), silte ($0,002 < \phi \leq 0,06$ mm) e areia ($0,06 < \phi \leq 2,0$ mm) de uma determinada amostra (sendo ϕ o diâmetro do grão). A Tabela 2 apresenta os valores obtidos para o conjunto de amostras em estudo, sendo que não foi viável a realização do ensaio em duas amostras: TRN5, por falta de material (PA) e Pal5, por apresentar somente conchas na composição do sedimento que estava presente no amostrador.

Tabela 2. Percentuais de argila, silte e areia.

Amostra	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)
Novo 1 Mampitubas	9	6	85
Novo 2# Lobos	30	28	42
Novo 3#	0	12	88
Novo 5	18	10	72
Pal 1	50	23	27
Pal 2	47	30	23
Pal 3	38	20	42
Pal 4	10	14	76
Pal 5	x	x	x
Pal 6	10	2	88
Pal 7	29	15	56
Pal 8	30	13	57
Pal 9	24	12	64
Pal 10	23	7	70
TRC 1	17	8	75
TRC 2	8	2	90
TRC 3	24	13	63
TRC 4	40	17	43
TRC 5	50	35	15
TRN 1	24	12	64
TRN 2	23	11	66
TRN 3	27	23	50
TRN 4	38	20	42
TRN 5	PA	PA	PA
TRP 33	41	27	32
TRP3II	36	18	46
TRS 1	16	9	75

De uma forma geral, observa-se que as amostras coletadas mais ao sul, e as amostras coletadas em lâminas d'água mais profundas, tendem a apresentar uma maior quantidade de argila.

4.2 Limites de Atterberg, índice de plasticidade e umidade.

A Tabela 3 destaca os valores obtidos para o limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP), índice de plasticidade ($IP=LL-LP$) e teor de umidade abaixo do ponto do ensaio de palheta (h).

Tabela 3. Limites de Atterberg, índice de plasticidade e umidade.

Amostra	LL (%)	LP (%)	IP (%)	h (%) abaixo do vane
Novo 1 Mamputubas	NP	NP	x	22,24
Novo 2# Lobos	39	16	23	129,30
Novo 3#	NP	NP	x	20,32
Novo 5	21	7	14	34,23
Pal 1	78	34	44	186,22
Pal 2	76	42	34	165,06
Pal 3	52	27	25	72,02
Pal 4	PA	PA	x	25,18
Pal 5	NP	NP	x	x
Pal 6	NP	NP	x	20,41
Pal 7	30	21	9	55,86
Pal 8	33	21	12	62,06
Pal 9	25	19	6	34,43
Pal 10	22	16	6	35,45
TRC 1	NP	NP	x	35,00
TRC 2	PA	PA	x	9,90
TRC 3	28	20	8	48,33
TRC 4	53	22	31	84,57
TRC 5	PA	PA	x	184,59
TRN 1	24	16	8	119,92
TRN 2	21	16	5	41,88
TRN 3	26	16	10	53,78
TRN 4	51	30	21	68,19
TRN 5	PA	PA	x	167,69
TRP 33	56	28	28	105,83
TRP3II	47	26	21	88,06
TRS 1	NP	NP	x	33,24

Durante a execução dos ensaios para determinação dos limites de Atterberg, seis amostras apresentaram caráter não plástico (NP), não tendo sido possível a realização dos ensaios. Outras quatro não foram submetidas aos ensaios (PA), pois a quantidade de sedimento era insuficiente para a realização dos mesmos, de acordo com as exigências nas normas ABNT NBR 6459 (1984) e ABNT NBR 7180 (1984).

4.3 Índices físicos

A Tabela 4 mostra os resultados obtidos em medições do peso específico real dos grãos (γ_s), peso específico natural (γ_{nat}), peso específico natural seco (γ_d) e índice de vazios (e).

Tabela 4. Índices físicos.

Amostra	γ_s (KN/m³)	γ_{nat} (KN/m³)	γ_d (KN/m³)	e
Novo 1 Mamputubas	26,45	x	x	x
Novo 2# Lobos	26,68	13,04	5,69	3,69
Novo 3#	26,65	19,09	15,87	0,68
Novo 5	26,72	x	x	x
Pal 1	25,39	11,03	3,85	5,59
Pal 2	26,75	x	x	x
Pal 3	25,94	15,51	9,02	1,88
Pal 4	26,73	15,29	12,21	1,19
Pal 5	x	x	x	x
Pal 6	26,45	x	x	x
Pal 7	27,40	14,37	9,22	1,97
Pal 8	26,53	15,83	9,77	1,72
Pal 9	26,36	18,58	13,82	0,91
Pal 10	26,79	x	x	x
TRC 1	27,28	17,35	12,85	1,12
TRC 2	26,46	x	x	x
TRC 3	26,70	x	x	x
TRC 4	26,39	16,07	8,71	2,03
TRC 5	26,69	12,43	4,37	5,11
TRN 1	26,00	16,93	7,70	2,38
TRN 2	26,50	17,87	12,60	1,10
TRN 3	26,45	x	x	x
TRN 4	26,49	15,89	9,45	1,80
TRN 5	26,53	x	x	x
TRP 33	26,23	14,35	6,97	2,76
TRP3II	26,70	15,20	8,08	2,30
TRS 1	26,14	18,84	14,14	0,85

O índice de vazios (e) e o peso específico natural seco (γ_d) foram calculados a partir dos demais índices medidos (umidade, γ_s e γ_{nat}). Vale ressaltar que a medida do peso específico natural (γ_{nat}), a partir da moldagem de um anel, pode ter sido prejudicada em alguns casos, devido ou à consistência muito mole da amostra, ou à presença muito forte de conchas.

4.4 Resistência ao cisalhamento

Na Tabela 5 são mostrados os resultados do ensaio de palheta de laboratório, em termos da resistência ao cisalhamento não drenada (S_u) de cada amostra.

Tabela 5. Resistência ao cisalhamento.

Amostra	Su (kPa)
Novo 1 Mampitubas	x
Novo 2# Lobos	1,65
Novo 3#	12,66
Novo 5	6,48
Pal 1	2,48
Pal 2	2,89
Pal 3	8,27
Pal 4	x
Pal 5	x
Pal 6	x
Pal 7	6,76
Pal 8	14,48
Pal 9	4,69
Pal 10	10,75
TRC 1	8,27
TRC 2	x
TRC 3	4,69
TRC 4	2,76
TRC 5	1,52
TRN 1	4,55
TRN 2	8,54
TRN 3	4,69
TRN 4	15,03
TRN 5	x
TRP 33	3,03
TRP3II	2,89
TRS 1	8,55

Não foi possível a realização do ensaio em seis amostras, pela inexistência de altura de sedimento suficiente no tubo PVC para permitir a penetração da palheta até o ponto de ensaio (6,3 cm abaixo da superfície). Algumas amostras com muita presença de areia também não foram submetidas ao ensaio de palheta.

Observa-se que as amostras coletadas mais ao sul, e em lâminas d'água mais espessas, apresentaram valores mais baixos de resistência ao cisalhamento, coincidindo com as observações anteriores de que estes pontos apresentam maior quantidade de argila, e têm maior plasticidade. As amostras coletadas mais ao norte, e em profundidades menores, têm a tendência de apresentar resistências mais elevadas, o que remete para menores percentuais de argila na composição granulométrica, e consequentemente menor plasticidade.

5 SÍNTESE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Figura 6 é mostrada a tradicional carta de plasticidade de Casagrande, relacionando os valores de limite de liquidez e índice de plasticidade das amostras em estudo.

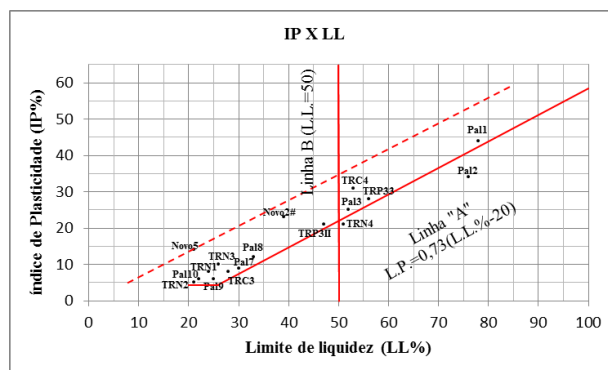


Figura 6. Carta de plasticidade de Casagrande.

Através da carta de plasticidade, é possível observar que grande parte das amostras estão localizadas acima da linha A, o que indica presença importante de argila. A maioria dos pontos se situou à esquerda da linha B, o que evidência solos de baixa compressibilidade e de baixa a média plasticidade. No entanto, alguns sedimentos ficaram localizados à direita da linha B (os sedimentos coletados mais ao sul e em maiores lâminas d'água), sendo, portanto caracterizados como argilas de alta plasticidade.

Na Figura 7 mostra-se a relação entre o índice de plasticidade (IP) e a porcentagem de argila de cada amostra.

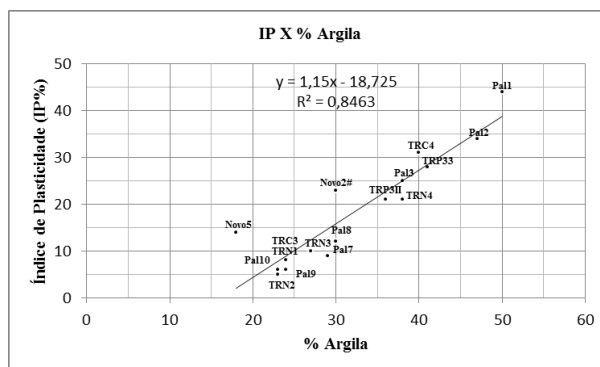


Figura 7. Índice de plasticidade versus % Argila.

Pode-se observar que quanto mais elevado o percentual da fração argilosa do sedimento maior será o índice de plasticidade. Os pontos com porcentagem de argila maior do que 35% correspondem às amostras coletadas mais ao sul, e em lâminas d'água mais profundas.

Explorando a linha de tendência gerada na Figura 7, constata-se a impossibilidade de determinação do índice de plasticidade em amostras onde o percentual de argila foi inferior a 16%. No conjunto de amostras em estudo, este percentual de argila marcou a fronteira entre os sedimentos plásticos e não-plásticos.

Através dos gráficos das Figuras 8, 9 e 10, pode-se observar que a resistência ao cisalhamento (Su) decresce com o aumento da umidade, com o aumento da porcentagem de argila, e com o aumento do índice de plasticidade da amostra. Além disso, porcentagens de argila, umidade e IP elevados estão diretamente conectados a sedimentos localizados à direita da linha B, na carta de plasticidade de Casagrande.

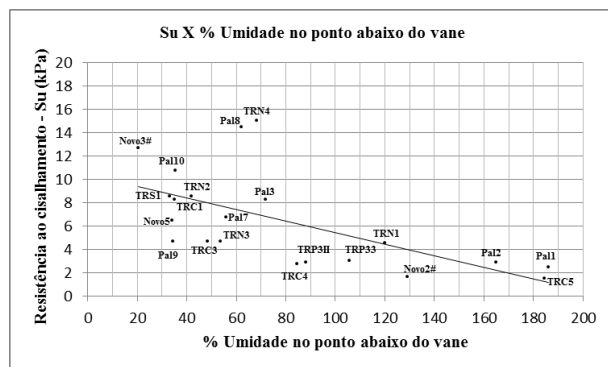


Figura 8. Resistência ao cisalhamento versus Umidade.

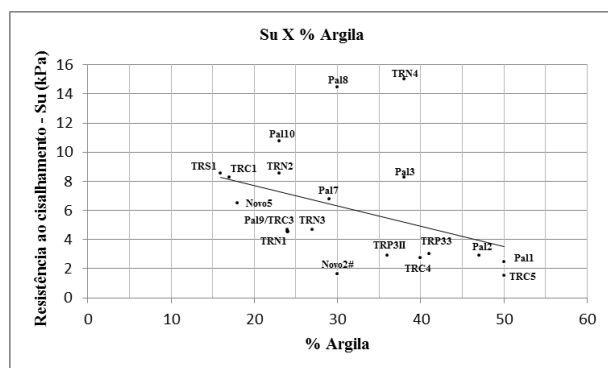


Figura 9. Resistência ao cisalhamento versus % Argila.

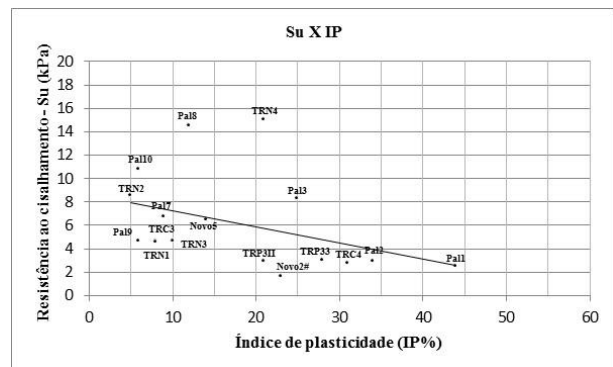


Figura 10. Resistência ao cisalhamento versus IP.

Observando ainda os gráficos das Figura 8, 9 e 10, ficam evidentes dois pontos anômalos (Pal8 e TRN4), que fogem da tendência de comportamento apresentada pelos demais pontos. Estas duas amostras apresentaram muitas conchas, que acabaram influenciando nas medidas de Su, uma vez que este ensaio foi realizado com a amostra ainda no interior do tubo PVC, sem a retirada das conchas.

No gráfico da Figura 11 são apresentados os resultados da relação entre Su e o índice de atividade coloidal (I_a), razão entre o índice de plasticidade (IP) e o percentual de argila da amostra.

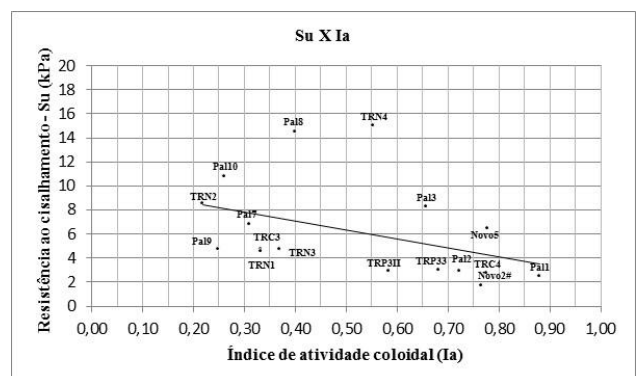


Figura 11. Resistência ao cisalhamento versus % I_a .

A maioria das amostras apresentou um índice de atividade coloidal inferior a 0,75, o que caracteriza solos inativos. As amostras mais argilosas e plásticas apresentaram I_a entre 0,75 e 0,90, caracterizando solos de atividade normal. Ainda, observa-se neste gráfico os dois pontos anômalos (Pal8 e TRN4), já discutidos anteriormente.

6 CONCLUSÃO

Foram apresentados e discutidos resultados de caracterização geotécnica básica de 27 amostras do fundo marinho, coletadas na região compreendida entre Rio Grande e Torres (RS). As principais conclusões deste estudo são:

- Amostras coletadas na parte sul da área de estudo apresentam maiores percentuais de argila, umidade, índice de plasticidade e menor resistência ao cisalhamento. Esse fato está associado à forte influência de sedimentos finos oriundos do desague da Lagoa dos Patos, que compõem uma área de sedimentos superficiais lamíticos-arenosos conhecida como Fácies Patos (Paixão, 2012).
- Amostras coletadas na parte norte da área em estudo, em pequenas profundidades de lâmina d'água, apresentam grandes percentuais de areia, baixa umidade e elevada resistência ao cisalhamento. De acordo com Paixão (2012), a plataforma continental interna é caracterizada como prevalentemente arenosa, com ocorrências de sedimentos finos. Essa fácies é denominada Areia, e apresenta-se ao longo da costa.
- Amostras coletadas na parte norte, em maiores profundidades de lâmina d'água, apresentam maiores percentuais de argila, de acordo com a presença das fácies Areia Siltosa e Areia Argilosa na plataforma continental (Paixão, 2012).

Espera-se que o banco de dados apresentado represente uma contribuição para o meio técnico, de forma a acrescentar conhecimento em relação às características dos sedimentos marinhos superficiais da costa brasileira.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT), que financiou a viagem do navio oceanográfico Atlântico Sul na qual foram coletadas as amostras; ao prof. Cezar Bastos, do

Laboratório de Geotecnia e Concreto da FURG, pela disponibilidade do espaço físico e instrumentos necessários à realização dos ensaios; e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984). Solo - Análise Granulométrica, NBR 7181, Rio de Janeiro, 13 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984). Solo - Determinação do Limite de Liquidez, NBR 6459, Rio de Janeiro, 6 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984). Solo - Determinação do Limite de Plasticidade, NBR 7180, Rio de Janeiro, 3 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984). Solo - Determinação da Massa Específica, NBR 6508, Rio de Janeiro, 8 p.
- Bulla, L.A.S., Hartmann C. (2009). Aplicação do QTC SIDEVIEW na Classificação de Sedimentos através de Imagens de Sonar de Varredura Lateral, num Trecho do Canal São Gonçalo, RS, Brasil, *Gravel*, Vol. 7, No. 1, p. 19-30.
- Davis, A., Haynes, R., Bennell, J., Huws, D. (2002). Surficial Seabed Sediment Properties Derived from Seismic Profiler Responses, *Marine Geology*, Vol. 182, p. 209-223.
- Head, K.H. (1982). *Manual of Soil Laboratory Testing*, Vol. 2, Pentech Press, London, 454 p.
- Paixão, B.E.G. (2012). Distribuição faciológica da Bacia de Pelotas, Trabalho de conclusão de curso, Instituto de Oceanográfico, Universidade Federal do Rio Grande, 53 p.
- Preston, J.M., Collins, W.T., Mosher, D.C., Poeckert, R.H., Kuwahara, R.H. (1999). The Strength of Correlations between Geotechnical Variables and Acoustic Classifications, *OCEANS'99 MTS/IEEE Conference*, Seattle, Vol. 3, p. 1123-1128.
- Randolph, M.F., Cassidy, M., Gourvenec, S. (2005). Challenges of Offshore Geotechnical Engineering, *XVI International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Osaka, Vol. 1, p. 123-176.
- Souza, L.A.P. (2006). Revisão Crítica da Aplicabilidade dos Métodos Geofísicos na Investigação de Áreas Submersas Rasas, Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 311 p.
- Tanaka, H., Locat, J., Shibuya, S., Soon, T.T., Shiwakoti, D.R. (2001). Characterization of Singapore, Bangkok, and Ariake Clays, *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 38, No. 2, p. 378-400.
- Weaver, P.P.E., Schultheiss, P.J. (1990). Current Methods for Obtaining, Logging and Splitting Marine Sediment Cores, *Marine Geophysical Researches*, Vol. 12, p. 85-100.