

## **ANALISE LAUDOS SPT (STANDART TEST PENETRATION) DO SOLO PARA IMPLANTAÇÃO DE LAGOA DE REJEITO NO OESTE DO PARÁ**

MARLYSON JOSÉ SILVERA BORGES<sup>1\*</sup>, KELVIN ADRIANO PEREIRA PONTES<sup>2</sup>, JOÃO MATHEUS DOS REIS VAGETE<sup>3</sup>, FERNANDO AUGUSTO FERREIRA DO VALLE<sup>4</sup>;

<sup>1</sup> Pós-graduando de Engenharia Elétrica, UCAM, Santarém-PA, silveira-borges@hotmail.com;

<sup>2</sup> Pos-graduando Proj. exec. e desemp. de estruturas, IPOG, Santarém-PA, kelvin.adriano@hotmail.com;

<sup>3</sup> Acadêmico de engenharia Civil, CEULS/ULBRA, Santarém-PA, joaomatheus\_vagete@hotmail.com;

<sup>4</sup> Professor Engenheiro Civil M.Sc, CEULS/ULBRA, Santarém-PA, fafvalle@hotmail.com;

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017  
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho objetivou na análise e na criação de uns resumos dos laudos SPT na área de implantação de uma lagoa de rejeitos no oeste do Pará. Na metodologia foi utilizado o resumo dos laudos SPT, a norma NBR 6484/2001 como referencia e o ANEXO O presente na mesma norma para designação dos resultados. O resultado mostrou que na profundidade de 10,45m teve maior incidência nas paralizações dos ensaios, sendo assim, podendo adotar essa altura como altura para implantação da lagoa, onde quase todas as camadas nessa cota apresentaram N-SPT médio superior 19 golpes concluindo assim através da tabela fornecida pela norma que o solo tem graus acima de uma compactação mediana.

**PALAVRAS-CHAVE:** SPT, Profundidade, N-SPT, Camadas, Solo.

## **ANALYZE SPUD (STANDARD TEST PENETRATION) OF THE SOIL FOR IMPLANTATION OF LAYER OF REJECTION IN WEST OF**

**ABSTRACT:** This work aimed at analyzing and creating summaries of the SPT reports in the area of implantation of a tailings pond in western Pará. The methodology used was the summary of the SPT reports, the NBR 6484/2001 standard as reference and the ANNEX The present in the same standard for the designation of results. The results showed that in the depth of 10.45 m, the highest incidence was observed in the paralyzes of the trials, being able to adopt this height as the height for the lagoon implantation, where almost all the layers in this dimension had N-SPT superior 19 strokes concluding thus Of the table provided by the standard that the soil has degrees above a median compaction.

**KEY WORDS:** SPT, Depth, N-SPT, Layers, Guand

## **INTRODUÇÃO**

Apesar das grandes evoluções que ocorreram nos ensaios de campo in situ, o SPT, Standard Penetration Test, é, até hoje, o ensaio de campo mais utilizado na prática da engenharia de fundações em toda América Latina, EUA, Canadá, Reino Unido, Japão, Austrália, Índia, Espanha, Portugal, África do Sul, Israel e outros países. (Décourt, 2002). O SPT constitui-se em uma medida de resistência dinâmica conjugada a uma sondagem de simples reconhecimento. Além disso, permite uma indicação de densidade em solos granulares e aplicados à identificação da consistência de solos coesivos e mesmo rochas brandas. O estudo em questão refere-se a aplicação de ensaios de SPT para obtenção de parâmetros para análises a implantação de barragem de rejeito. Em que os acidentes ocorridos nestes empreendimentos, principalmente, nos últimos anos evidenciaram com maior ênfase, a necessidade de investigações geotécnicas precisas e eficazes, na área de implantação destas, em que se envolvem ensaios de campo e de laboratório. Para determinação das características físicas e mecânicas do solo bem como seu comportamento mediante determinadas solicitações. Em alguns

casos a falta de compromisso de empresas em cumprir, procedimentos adequados para análises de parâmetros geotécnicos, pode ocasionar grandes catástrofes, exemplo recente disto foi o colapso da barragem de Fundão em Mariana (MG). Portanto o ensaio de SPT é uma ferramenta inicial para suporte a decisão de engenheiros geotécnicos, não sendo obviamente exclusivamente a única para tais estudos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Nas sondagens SPT, segundo a NBR 6484/2001, utiliza-se um amostrador do tipo Terzaghi-Peck, com diâmetro interno de 34,9 mm e diâmetro externo de 50,8 mm. Para efetuar a cravação do amostrador, um martelo de 65 kg é elevado a uma altura de 75 cm acima do topo da cabeça de bater, e em seguida é deixado cair livremente. Então se anota o número de golpes necessários para cravação de cada 150 mm do amostrador, perfazendo um comprimento total cravado de 450 mm. Este procedimento é realizado a cada metro de profundidade ao longo do furo de sondagem. Ainda segundo a NBR 6484/2001 o principal resultado do ensaio SPT é o índice de resistência à penetração (NSPT), que consiste no somatório correspondente aos últimos 300 mm do amostrador. Nos casos em que não ocorre a penetração dos 450 mm do amostrador padrão, os resultados são apresentados sob a forma de frações ordinárias.

Na área em estudo foi realizado um total de 10 (dez) ensaios do tipo SPT (Standart Penetration Test), em que a determinação das distancias entres os ensaios foram previamente demarcadas conforme projeto de implantação. Após a sondagem ter atendido os critérios de paralisação da NBR 6484/2001, o equipamento era mobilizado para outro ponto para nova prospecção geotécnica contabilizando os 10 ensaios propostos.

Tabela 01: Identificação e característica tátil-visual das amostras

<b>Identificação</b>	<b>Característica tátil-visual</b>
COVA 1 LETRA A	Silte arenoso com pedregulho de cor vermelha
COVA 1 LETRA B	Silte arenoso com pedregulho de cor vermelha
COVA 2 LETRA A	Argila arenosa com pedregulho de cor variegada
COVA 2 LETRA B	Silte arenoso de cor amarela
COVA 3 LETRA A	Argila silto arenosa de cor variegada
COVA 3 LETRA B	Argila silto arenosa de cor variegada
COVA 4 LETRA A	Silte arenoso de cor amarela
COVA 4 LETRA B	Silte arenoso com pedregulho de cor variegada
COVA 5 LETRA A	Argila arenosa com pedregulho de cor variegada
COVA 5 LETRA B	Silte arenoso com pedregulho de cor amarela

Fonte: Autores,2017

O material coletado foi inicialmente nomeado através da caracterização tátil-visual do operador da sonda. Os laudos de sondagens provenientes da prospecção serão analisados quanto às profundidades das camadas, nível da água, perfil estratigráfico e número de golpes NSPT, tais parâmetros permitirão a classificação de acordo com literatura e análise tátil-visual executada pelo operador de sondagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 02 abaixo relaciona o resumo dos laudos dos ensaios de SPT dos 10 (dez) pontos propostos no estudo e demonstra o N-SPT médio de cada camada, o nível da água, a profundidade de cada camada e designação conforme a norma.

Analisando os resultados verifica-se que ocorre a predominância dos solos do tipo argila arenosa e silte arenoso esses tipos de solos variam de acordo com a localização e com a profundidade das camadas, a amostra COVA 2B apresentou uma camada de rocha sendo assim finalizando o ensaio a 5,45m.

A posição do nível d'água (N.A) não foi determinada em nenhum dos pontos prospectados, portando evidencia-se que o N.A não foi encontrado.

Em todos os ensaios executados os critérios de paralização da sondagem foram atendidos, a amostra que apresentou menor profundidade para o critério de paralização foi a COVA 1A, que apresentou apenas umas camadas com profundidade de 2,30m, a fim de evidenciar que esse critério não se deu devido a presença de matações ou outra situação que possa impedir a penetração do amostrador, foi deslocado o equipamento a um raio de 10m como a norma recomenda.

As amostras que apresentou maior quantidade foi a COVA 3B, que apresentou apenas uma camada de Argila silto arenosa de cor variegada e atendeu os critérios de paralização com 13,45m.

Tabela02: Resumo do laudo de sondagem das amostras

Amostra	L. Sondagem (m)	N. Camada	Tipo de Solo	Prof. Camada (m)	N-SPT MEDIO	Designação	N. Água
COVA 1A	2,3	1	Silte arenoso com pedregulho de cor vermelha	2,30	47,00	Muito Compacta	N.A.
COVA 1B	10,45	1	Silte arenoso com pedregulho de cor vermelha	7	9,67	Mediament e Compacta	N.A.
		2	Argila silto arenosa de cor variegada	3,45	34,25	Compacta	N.A.
COVA 2A	7,45	1	Silto arenoso de cor amarela	2,45	6,50	Pouco Compacta	N.A.
		2	Argila arenosa com pedregulho de cor variegada	5	34,20	Compacta	N.A.
COVA 2B	5,45	1	Silte arenoso de cor amarela	3,45	13,67	Mediament e Compacta	N.A.
		2	Argila arenosa com pedregulho de cor variegada	1,3	30,00	Compacta	N.A.
		3	Camada de pedra	0,7	60,00	Muito Compacta	N.A.
COVA 3A	10,45	1	Silte arenoso de cor amarela	3,7	11,33	Mediament e Compacta	N.A.
		2	Argila silto arenosa de cor variegada	6,75	16,71	Mediament e Compacta	N.A.
COVA 3B	13,45	1	Argila silto arenosa de cor variegada	13,45	18,31	Compacta	N.A.
COVA 4A	10,45	1	Silte arenoso de cor amarela	4,7	8,75	Pouco Compacta	N.A.
		2	Argila arenosa com pedregulho de cor variegada	5,75	19,67	Compacta	N.A.
COVA 4B	10,45	1	Silte arenoso com pedregulho de cor variegada	6,8	8,50	Mediament e Compacta	N.A.
		2	Argila arenosa com pedregulho de cor variegada	3,65	38,25	Compacta	N.A.
COVA 5A	10,45	1	Silte arenoso de cor amarela	2,6	8,33	Mediament e Compacta	N.A.
		2	Argila arenosa com pedregulho de cor variegada	4,1	16,25	Mediament e Compacta	N.A.
		3	argila arenosa de cor Variegada	3,75	32,67	Compacta	N.A.
COVA 5B	10,45	1	silte arenoso com pedregulho de cor amarela	3,7	6,75	Pouco Compacta	N.A.
		2	Argila arenosa com pedregulho de cor variegada	6,75	20,83	Compacta	N.A.

Fonte: Autores,2017

O numero de camadas variou de 1 a 3 de acordo com cada ensaio sendo que as amostras COVAS: 2B e 5A apresentaram 3 camadas com predominância argilosa, as COVAS: 1B, 2A, 3A, 4A, 4B e 5B apresentaram 2 camadas, e as COVAS: 1A e 3B apresentaram apenas 1 camada.

As amostras apresentaram profundidade diferente sendo que as COVAS: 1B, 3A, 4A, 4B, 5A e 5B apresentaram profundidade exatamente de 10,45m, tal circunstancia e possível determinar que a implantação da lagoa de rejeitos tenha eficiências exatamente nesta profundidade, pois o bulbo gerado

pela carga de rejeito será transmitido para as camadas abaixo dessa profundidade a qual apresentou boa resistência.

As amostras 2A, 2B e 3B apresentaram profundidade a partir de 5,45m e no máximo até 13,45 o que permite que o material extraído destas áreas para que as mesmas atinjam a profundidade determinada possa ser utilizado para empréstimos para futuras ampliações.

O material analisado também foi classificado de acordo com a NBR 6484/2001 propõe o uso da tabela no ANEXO A presente na mesma norma para correlação do NSPT com os estados de compactidade, no caso de areias, e consistência, no caso das argilas.

As correlações analisadas serão as camadas das amostras que tenham profundidade próxima a 10,45m, pois segundo a análise dos laudos essa profundidade será ideal como altura para a lagoa.

A designação das COVAS: 1B, 2A, 3B 4A, 4B, 5A e 5B foram classificados com compacta tendo que esta designação esta ligada diretamente ao N-SPT médio ao qual apresentou nesta faixa exatamente na profundidade ao qual esta sendo analisado.

As amostras 1A e 2B apresentaram características de material muito compactado, e importante ressaltar que essas amostras tiveram cota acima de 10,45m remoção do material para atingir a capacidade recomendada.

Entretanto apenas a amostra 3A apresentou designação mediamente compactada, a mesma apresentou seu critério de paralização na altura necessário para o projeto de adequação.

O N-SPT médio na profundidade analisa esta acima de 19 golpes sendo assim segundo a classificação citada na norma tem características de compactada, apenas a amostra COVAS: 3A, e 3B apresentam valores inferiores o que e aconselhável dimensionar a lagoa para que nessas áreas a carga de suporte seja menor ou que nessas áreas o solo passe por tratamento de reforço aproveitando o material de empréstimo das áreas a quais serão retirados material para adequação da profundida.

## **CONCLUSÕES**

Através da analisa dos laudos de SPT e do resumo criado, foi o possível definir que a profundidade de 10,45m para implantação da lagoa de rejeitos seria satisfatório, pois nesta profundidade 6 ensaios atenderam o critério de paralização, 3 laudos tiveram esses critérios atendidos antes dessa profundidade e apenas 1 laudo foi paralisado após essa profundidade.

A designação da norma para os ensaios de SPT determinaram que quase todos os ensaios tiveram características de solo compactado, com isso e possível aferir que a capacidade de suporte dessa camada tem boa resistência podendo até mesmo resistir rejeitos com densidade mais elevadas, entretanto apenas um dos laudos apresentaram caracterizas mediamente compactado o que pode ser resolvido com um reforço no solo nesta área ou adequação do projeto

O N-SPT médio apresentou resultado satisfatórios pois a resistência das camadas ao qual será estacionado o fundo da lagoa teve valor considerado elevado onde é possível a acomodação do bulbo de tensões tendo pouco recalca e diminuindo assim o risco de colapso.

## **REFERÊNCIAS**

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484/2001: Sondagens de simples reconhecimento dos solos (SPT): método de ensaio. 2001, 11p.
- Decóurt, L. “SPT, SPT-T: A prática Brasileira – Vantagens”, Limitações e Críticas”. ABMS, São Paulo, SP. 2002, 15p.