

ALTERNATIVA DE APLICAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM COBERTURA DE ATERROS SANITÁRIOS

Ana Carolina Martins Matos⁽¹⁾; Nancy Tiemi Isewaki⁽²⁾

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
anacarolina.mm@outlook.com

⁽²⁾ Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
nancyti@uniapm.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A partir das atividades humanas, bem como o exacerbado crescimento populacional, tem-se a geração de efluentes líquidos, sejam domésticos ou industriais (LOPES, 2015). Com isso, nos últimos anos, a viabilidade para aplicar o lodo de esgoto (subproduto do tratamento de efluentes) tem sido buscada, desenvolvendo-se métodos para a utilização desse resíduo, já que o mesmo é gerado em demasia, necessitando de um descarte adequado uso (SILVA, 2013).

A partir disto, há o desenvolvimento nos dias atuais de métodos alternativos de utilização de lodo de esgoto, como para realizar a cobertura diária, intermediária e final de aterros sanitários, fato recorrente em países, como os Estados Unidos, o Canadá, e Austrália, especialmente quando tal lodo não apresenta qualidade satisfatória para usos mais nobres, como é na agricultura (PRIM, 2011). No Brasil, ainda é uma prática em ascensão, já que tratar o esgoto em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) é recente no país (SILVEIRA, 2014).

Diante destes fatos, o objetivo do seguinte estudo será comparar as características físicas do lodo de esgoto bruto da ETE de Patos de Minas – MG, com o solo abrangido pelo aterro sanitário do município, visando utilizar o material alternativo como agregado ao mesmo nas coberturas, sem ocasionar risco de contaminação ao meio ambiente e danos às características do solo, de acordo com sua classificação no Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS).

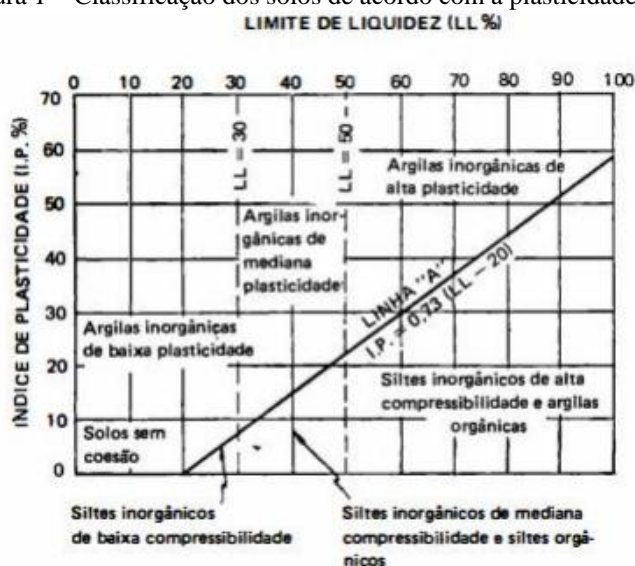
2. MATERIAL E MÉTODOS

O lodo de esgoto da ETE de Patos de Minas a ser utilizado, foi coletado de acordo com os procedimentos dispostos nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – Normas Brasileiras Regulamentadoras, ABNT NBR 10007:2004, no leito de secagem. Já o solo foi coletado no aterro sanitário municipal, na área de transbordo, local em que o solo retirado para a abertura das células e posterior uso para cobertura é disposto, seguindo a ABNT NBR 9604:2016.

A realização das análises físicas do lodo de esgoto bruto, bem como do solo, ocorreu no Laboratório de Mecânica dos Solos do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. Foram realizados ensaios de caracterização, seguindo os procedimentos estabelecidos pelas ABNT NBR, sendo Limite de Liquidez (ABNT NBR 6459:2016), Limite de Plasticidade (ABNT NBR 7180:2016), Análise Granulométrica (ABNT NBR 7181:2016), bem como Teor de Umidade (ABNT NBR 6457:2016), complementando os demais.

Quanto à classificação dos materiais, utilizou-se o USCS (Unified Soil Classification System) ou SUCS (Sistema Unificado de Classificação de Solos), que identifica solos de acordo com as suas qualidades de plasticidade e textura, separando-os em grupos segundo o seu comportamento quando utilizados em aterros, aeroportos, estradas e fundações (DNIT, 2006), utilizando o gráfico de plasticidade (Figura 1).

Figura 1 – Classificação dos solos de acordo com a plasticidade.

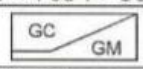
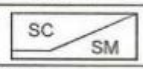
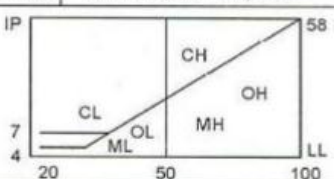


Fonte: Caputo, (1988).

A partir de tal classificação, aprimorada por Casagrande, distinguem-se os solos, sendo na classificação principal, de granulação graúda (mais de 50% em peso retido na peneira nº 200) G ou S e solos de granulação fina (mais de 50% em peso passando na peneira nº 200) M, C ou O. Além disso, na classificação complementar, existe W, bem graduado; P, mal graduado; H, alta compressibilidade e L, baixa compressibilidade.

A junção das duas letras, sendo da classificação principal e da complementar, define o tipo de solo analisado, de acordo com a tabela de classificação do SUCS (Figura 2).

Figura 2 – Tabela de classificação do solo segundo o SUCS.

% P #200 < 50	G > S : G	% P #200 < 5	GW CNU > 4 e 1 < CC < 3
			GP CNU < 4 ou 1 > CC > 3
		% P #200 > 12	GC / GM 
	5 < #200 < 12	GW-GC, GP-GM, etc.	
	S > G : S	% P #200 < 5	SW CNU > 6 e 1 < CC < 3
			SP CNU < 6 ou 1 > CC > 3
% P #200 > 12		SC / SM 	
	5 < #200 < 12	SW-SC, SP-SC, etc.	
% P #200 > 50	C	CL	
		CH	
	M	ML	
		MH	
	O	OL	
		OH	

Fonte: Caputo, (1988).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios de caracterização realizados para os dois materiais, resultaram nos seguintes resultados (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados dos ensaios de caracterização para os materiais analisados e classificação de acordo com o SUCS.

Material	Índice de plasticidade	% de material que na granulometria passa na peneira #200	Classificação (SUCS)
SOLO	15,02%	97,66	CL
LODO	0,74%	21,90	OH

Desse modo, tem-se o solo utilizado no aterro sanitário como uma argila de baixa compressibilidade (CL) e o lodo sendo um solo orgânico de alta compressibilidade (OH). Sabe-se que para a cobertura de aterros, devem ser utilizados solos argilosos (SILVA, 2013), portanto para ser aplicado o lodo em cobertura de aterros, as características do solo não devem ser prejudicadas.

Assim, Pimentel (2012), propõe utilizar o lodo bruto de esgoto como agregado do solo, devendo ser testados como este se comporta no âmbito geotécnico. Para isso, demais ensaios devem ser realizados, como o de compactação dos solos, de modo a definir quais porcentagens de lodo podem ser acrescentadas ao solo, não interferindo em sua permeabilidade e compressibilidade negativamente.

Ainda, é necessário determinar as características químicas do lodo de esgoto, uma vez que alguns materiais contidos no mesmo podem desencadear a contaminação do solo, se em

altas quantidades, como metais pesados. Para isso, no Brasil não há uma determinação m relação ao uso em coberturas de aterros, apenas para uso na agricultura, de acordo com a Resolução n°375 de 29 de agosto de 2006 do CONAMA (BRASIL, 2006), de modo que para os parâmetros químicos, a mesma pode ser adotada.

4. CONCLUSÕES

- (i) o solo utilizado no aterro sanitário de Patos de Minas configura-se como argiloso de acordo com o SUCS. Já no que diz respeito ao lodo, este contém alta carga orgânica;
- (ii) o lodo de esgoto pode ser agregado ao solo, uma vez que não interfira negativamente na granulometria e plasticidade do mesmo;
- (iii) existe a necessidade de realizar a compactação com quantidade de lodo de esgoto diferentes, de modo a determinar quais não interferem nos aspectos geotécnicos e ambientais;
- (iv) a caracterização química dos materiais também é necessária, de modo a não ocasionar a contaminação do solo.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Normas Brasileiras técnicas**. Rio de Janeiro.

BRASIL. *Resolução CONAMA n° 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências*. Publicada Diário Oficial da República Federativa do Brasil, n° 167, de 30 de agosto de 2006.

CAPUTO, H. P. *Mecânica dos solos e suas aplicações: fundamentos*. Rio de Janeiro, 1988. 234 f. il.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. *Manual de pavimentação*. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006. 247p.

LOPES, T. R. **Caracterização do Esgoto Sanitário e Lodo Proveniente de Reator Anaeróbio e de Lagoas de Estabilização para Avaliação da Eficiência na Remoção de Contaminantes**. 2015. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

PIMENTEL, F. J. G. **Aproveitamento de Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto em Camada de Cobertura de Aterro Sanitário**. 2012. 216 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

PRIM, E. C. C. **Utilização de Lodo de Estações de Tratamento de Água e Esgoto como Material de Cobertura de Aterro Sanitário**. 2011. 285 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SILVA, J. M. **Higienização do Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto para Utilização como Material de Cobertura de Aterro Sanitário**. 2013. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SILVEIRA, L. R. da. **Aspectos geotécnicos e ambientais para a disposição adequada de lodo de esgoto**. 2014. 193 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.