

**UNIEVANGÉLICA – CAMPUS CERES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**CÉSAR CARLOS SANTANA FILHO
MICHELLE PRISCILA XAVIER DA SILVA**

**AVALIAÇÃO INDIRETA DO RECALQUE SOB ANÁLISE DE CARBONATO DE
CÁLCIO E AGROTÓXICOS NO VALE DO SÃO PATRÍCIO**

**CERES / GO
2019**

**CÉSAR CARLOS SANTANA FILHO
MICHELLE PRISCILA XAVIER DA SILVA**

**AVALIAÇÃO INDIRETA DO RECALQUE SOB ANÁLISE DE CARBONATO DE
CÁLCIO E AGROTÓXICOS NO VALE DO SÃO PATRÍCIO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA.**

ORIENTADOR: PLÍNIO FERREIRA PIRES

**CERES / GO
2019**

FICHA CATALOGRÁFICA

SANTANA FILHO, C. C; SILVA, M. P. X. da.

Avaliação Indireta do Recalque Sob Análise de Carbonato de Cálcio e Agrotóxicos no Vale do São Patrício. [Goiás] 2019.

xi, 13P, 297 mm (ENC/UEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2019).

TCC - UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

1. índice de Plasticidade 2. Limite de Liquidez

3. Limite de Plasticidade 4. Resistência

I. ENC/UNI

II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTANA FILHO, César Carlos; SILVA, Michelle Priscila Xavier da. **Avaliação indireta do recalque sob análise de carbonato de cálcio e agrotóxicos no Vale do São Patrício.** Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 13p. 2019.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: César Carlos Santana Filho, Michelle Priscila Xavier da Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Avaliação Indireta do Recalque Sob Análise de Carbonato de Cálcio e Agrotóxicos no Vale do São Patrício.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2019

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

César Carlos Santana Filho

Av. João Sudário Cardoso Qd 31 Lt 18.

Jardim vale do sol

CEP: 76335-000 - Uruana/GO – Brasil

Michelle Priscila Xavier da Silva

Rua Monsenhor Pedro Qd. R. Lt. 10

Jardim vale do sol

CEP: 76335-000 – Uruana/GO - Brasil

**CÉSAR CARLOS SANTANA FILHO
MICHELLE PRISCILA XAVIER DA SILVA**

**AVALIAÇÃO INDIRETA DO RECALQUE SOB ANÁLISE DE CARBONATO DE
CÁLCIO E AGROTÓXICOS NO VALE DO SÃO PATRÍCIO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

**PLÍNIO FERREIRA PIRES, mestre (UFG)
(ORIENTADOR)**

**CHARLES LOURENÇO DE BASTOS, mestre (UFG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**JÉSSICA NAYARA DIAS, mestre (UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: CERES/GO, 13 de dezembro de 2019.

AVALIAÇÃO INDIRETA DO RECALQUE SOB ANÁLISE DE CARBONATO DE CÁLCIO E AGROTÓXICOS NO VALE DO SÃO PATRÍCIO

César Carlos Santana Filho¹
Michelle Priscila Xavier da Silva²
Plínio Ferreira Pires³

RESUMO

Neste artigo há um estudo sobre o efeito dos aglomerados químicos no solo através de ensaios de índices físicos seguindo as Normas referentes à engenharia civil da Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT). Amostras retiradas de uma profundidade de 0,40 m de um solo Areno-Argiloso, numa área de frequente cultivo de lavouras com alto índice de combate a pragas com agrotóxicos e correções frequentes com carbonato de cálcio. E de um solo Areno-argiloso localizado na mesma propriedade, porém que não sofreu adições químicas. Ambos apresentaram variações próximas nos resultados dos índices físicos, as amostras foram submetidas aos ensaios de teor de umidade, limite de liquidez, limite de plasticidade e compressão simples. Para determinar suas características e resistência à compressão. Os resultados encontrados levaram a conclusão da não interferência da composição química na resistência do solo.

Palavras-chave: Limite de Liquidez. Limite de Plasticidade. Índice de Plasticidade. Resistência.

¹Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: cesarcarlos96@gmail.com

² Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: amichellepriscilaeng@gmail.com

³ Mestre, professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: plinio_pires@hotmail.com

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	MATERIAL E MÉTODOS	6
2.1	Teor de Umidade	6
2.2	Limite de Liquidez.....	7
2.3	Limite de Plasticidade	8
2.4	Índice de Plasticidade.....	8
2.5	Compressão Simples.....	8
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	11
	REFERÊNCIAS	12

1 INTRODUÇÃO

O solo é uma massa porosa composta em partes por vazios (água e ar). Todos os tipos de solos, quando submetidos a um carregamento, sofrem recalques, em maior ou menor grau, dependendo das propriedades de cada solo e da intensidade do carregamento. Os recalques geralmente tendem a cessar ou estabilizar após certo período de tempo, mais ou menos prolongado, e que dependem das características geotécnicas dos solos. (MILITITSKY, 2005).

O recalque é a principal causa de trincas e rachaduras em edificações, principalmente quando ocorre o recalque diferencial, ou seja, uma parte da obra rebaixa mais que a outra gerando esforços estruturais não previstos e podendo até levar a obra à ruína. (CALISTO e KOSWOSKI, 2015).

O estudo da compressibilidade do solo é importante para a avaliação dos recalques em fundações. A definição geral da compressibilidade é a diminuição do seu volume sob a ação de cargas aplicadas. Porém, o solo é um material natural com uma estrutura interna própria (multifásica), parte sólida, composta por grãos e uma parte fluida composta por água e ar, ao qual pode ser alterada pelo carregamento com deslocamento e/ou ruptura das partículas. Esses aspectos proporcionam ao solo um comportamento próprio tensão-deformação que pode depender do tempo. (PINTO, 2006).

A compressibilidade varia de tipo de solo. Em solo argiloso por exemplo: por se tratar de um solo coesivo de baixa permeabilidade a drenagem da água e/ou ar ocorre de forma mais lenta. Já em um solo não-coesivo, característica do solo arenoso sua alta permeabilidade proporciona uma drenagem mais rápida. O comportamento do solo depende relativamente da quantidade de partículas sólidas e da quantidade de vazios que existem em seu volume total. Para se identificar o estado do solo são empregados índices físicos (umidade, limite de plasticidade, limite de liquidez, peso específico, índice de plasticidade), que correlacionam os pesos e os volumes das três fases. (Pinto,2006).

Atterberg, (1911) foi quem introduziu os conceitos de limite de plasticidade, limite de liquidez e índice de plasticidade. Para Caputo (2000), as definições desses limites são convencionais, embora tenham sido fundamentadas em extensas investigações experimentais. Uma pequena porcentagem de matéria orgânica pode aumentar o limite de plasticidade, sem necessariamente elevar simultaneamente o limite de liquidez.

Balastreire (1990) cita que o fluxo plástico é uma condição de falha do solo, da mesma forma que o cisalhamento, tração e compressão, e para o qual não existe ainda um modelo matemático para caracterizá-lo, sendo utilizado o limite de liquidez e de plasticidade para designá-lo.

A consistência do solo é consequência das manifestações de forças físicas de adesão e coesão que atuam de acordo com a variação da umidade. Segundo Forsythe (1985), essas forças são expressas por meio do comportamento do solo ante a ação da gravidade, das tensões de tração e de compressão, do empuxo e da tendência do solo em aderir à superfície. De forma geral, o conceito de consistência do solo inclui a resistência à compressão e ao esforço cisalhante, friabilidade, plasticidade e pegajosidade, propriedades que se manifestam conforme a variação das forças de adesão e coesão.

Um solo argiloso com baixo teor de umidade apresenta-se duro e muito coeso, devido a um efeito cimentante entre as partículas secas. No caso de o solo encontrar-se muito úmido, sua massa apresentará característica de plasticidade, isto é, a capacidade de não recuperar sua forma original ao cessar a ação da força externa deformante, e também uma forte característica de pegajosidade. A zona de consistência friável representa a faixa ótima para a mobilização mecânica, e a friabilidade será avaliada pela facilidade de esboroamento da massa de solo quando submetido a pressões provocadas por fundações. (CORRÊA, 1982).

Segundo (MUNNER & OADES, 1989). A agregação do solo é influenciada por atributos químicos, como cátions trocáveis, óxidos e matéria orgânica do solo. A adição de resíduos com baixa taxa de decomposição é mais recomendada para a manutenção dos teores de matéria orgânica dos solos, enquanto resíduos com elevada taxa de decomposição estimulam a redução dos estoques da matéria orgânica nativa dos solos (LEVI-MINZI et al., 1990).

As propriedades físico-químicas das argilas, e por consequência os solos argilosos podem sofrer alterações em função das mudanças ambientais devido à alta afinidade por água das argilas. Por exemplo, a contaminação do lençol freático pode alterar os limites de consistência, a condutividade hidráulica, a compressibilidade e a resistência ao cisalhamento de solos argilosos (OREN & KAYA, 2003). O solo estudado é composto em sua maioria por areia, porém boa parte da sua estrutura é composta por argila.

Segundo (CARPENEDO e MIELNICZUK, 1990) O solo, quando submetido a cultivos intensivos, tende a perder a estrutura original, pelo fracionamento dos agregados maiores em unidades menores, tendo, como consequência, diminuição de macroporos e aumento de microporos e da densidade.

Dessa forma, verifica-se a importância da realização de estudos sobre o tema abordado a partir de informações teóricas correlacionadas com os acontecimentos na prática de forma a enriquecer os conhecimentos acadêmicos, abrindo espaço para uma maior interação entre a teoria e a prática

Do exposto, essa pesquisa teve o objetivo de estudar se os solos submetidos à melhoramento químico e/ou agrotóxicos alteram ou não as características físicas do solo sob ação de cargas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento desenvolvido nessa pesquisa trata-se de um estudo de caso para determinação das propriedades índices básicos do solo estudado. A coleta das amostras foi realizada na fazenda sucuri, localizada no município de Uruana – GO. As áreas experimentais são cultivadas com melancia há anos.

Para realização dos ensaios de caracterização química e física do solo, amostras foram coletadas ao acaso em pontos aleatórios da propriedade, no mês de agosto de 2019, na profundidade de 0,40 m. A análise química foi realizada nos laboratórios solocria e solo e companhia situados na cidade de Goiânia-Go. Os ensaios do teor de umidade, limite de plasticidade, limite liquidez e compressão simples foram realizados no laboratório da UniEVANGÉLICA campus-Ceres.

Tabela 1. Características texturais dos solos

Classificação textural do solo	Areia %	Argila %	Silte %
Solo com adições químicas	54,0	32,0	14,0
Solo neutro	57,0	34,0	9,0

Fonte: Solocria e Soloecia (2019)

2.1 Teor de Umidade

O teor de umidade (h), que corresponde a massa de água contida na amostra, foi determinado conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 6457 (ABNT,

1986a). A figura 1 apresenta como é realizada a pesagem das amostras. Tendo a umidade expressa por:

$$h = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \right) \times 100$$

Onde:

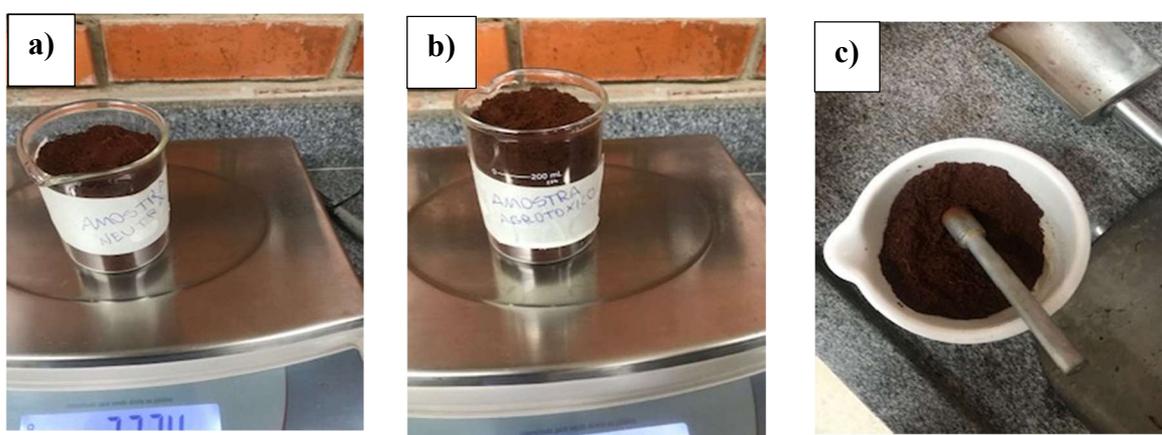
h → teor de umidade, em %;

m_1 → massa do solo úmido somado a massa do recipiente, em grama;

m_2 → massa do solo seco somado a massa do recipiente, em grama;

m_3 → massa do recipiente, em grama;

Figura 1 Ensaio para determinação do teor de umidade: (a) Pesagem da amostra neutra (b) Pesagem da amostra composta; (c) preparação da amostra



Fonte: Próprios autores (2019)

2.2 Limite de Liquidez

O limite de liquidez (LL), que corresponde à umidade do solo no limite líquido e plástico, foi determinado conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 6459 (ABNT, 1984a). Essa indica 25 golpes para o fechamento da ranhura. A figura 4 apresenta como é realizado o ensaio. Tendo o limite de liquidez expresso por:

$$LL = \frac{h}{1.419 - 0.3 \log n^{\circ} \text{golpes}}$$

Onde:

LL → limite de liquidez, em %.

h → teor de umidade;

$n^{\circ} \text{golpes}$ → numero de golpes na cápsula de Casagrande;

Após encontrado o limite de liquidez de cada amostra é realizada uma média aritmética:

$$M = \frac{LL^1 + LL^2 + LL^3 + \dots + LL_n}{n}$$

Onde:

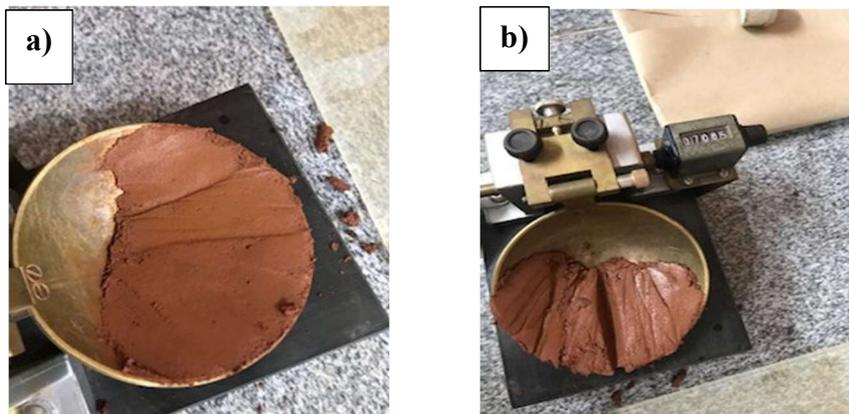
LL_1 → limite de liquidez da amostra 1, em %.

LL_2 → limite de liquidez da amostra 2, em %.

LL_3 → limite de liquidez da amostra 3, em %.

n → número de amostras.

Figura 4 – Determinação do limite de liquidez: (a) Solo modelado na capsula de Casagrande para ensaio de LL; (b) Ensaio de Limite de Liquidez

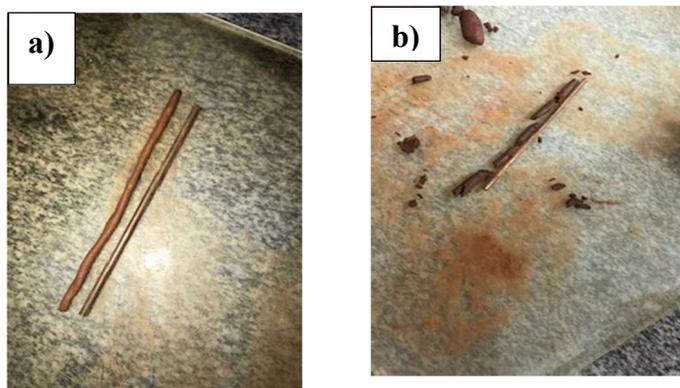


Fonte: Próprios autores (2019)

2.3 Limite de Plasticidade

O limite de plasticidade (LP), que corresponde à umidade do solo no limite dos estados plástico e semissólido, foi determinado conforme a NBR 7180 (ABNT, 1988a). A figura 6 a) apresenta como é moldado o cilindro de 3 mm e a figura 6 b) apresenta cilindro desintegrado de um solo não plástico (NP).

Figura 6 – Limite de Plasticidade: (a) Moldagem do cilindro de 3 mm; (b) cilindro desintegrado antes de atingir 3 mm



Fonte: Próprios autores (2019)

2.4 Índice de Plasticidade

O índice de plasticidade (IP), foi calculado pela diferença entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade, constituindo uma indicação da plasticidade do solo.

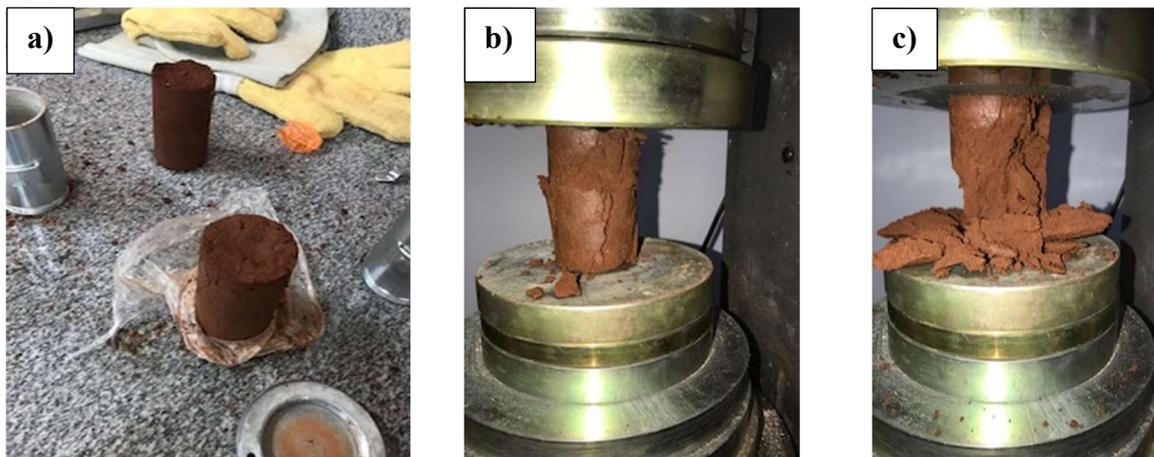
$$IP = LL - LP$$

2.5 Compressão Simples

A compressão simples, que corresponde à resistência a compressão do solo, foi determinada conforme a NBR 12770 (ABNT, 1992a). A figura 8 apresenta os corpos de prova submetidos a compressão. Esta norma apresenta dois métodos de realização do ensaio, nesse

caso, foi utilizado o método da deformação controlada, onde, controla-se a velocidade de deformação do corpo de prova e mede-se a carga aplicada correspondente.

Figura 8 – Ensaio de compressão simples: (a) Corpo de prova de solo; (b) ensaio; (c) Rompimento



Fonte: Próprios autores (2019)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são analisados quanto ao comportamento dos recalques associados à degradação causada por parâmetros químicos, físicos e toxicidade. Ao analisar os resultados obtidos em laboratório, as variações entre as duas amostras recolhidas são bem próximas. Ambas apresentavam em sua estrutura mais de 50% de areia. Como já foi comprovado pelo estudo da geotecnia clássica, o recalque em solos arenosos pode encerrar em um tempo curto de horas.

A NBR 6457 (ABNT, 1986a) indica a realização de três teores de umidade para cada amostra, nesse caso, as amostras que não sofreram degradação química mantiveram valores entre 14 e 15%, portanto foi realizado uma média aritmética para determinação da umidade do solo referido, chegando ao resultado de 14.5%. Já amostra coletada na área de cultivo constante, as umidades atingiram valores entre 15 e 17%, após retirar a média entre os valores encontrados obteve uma umidade de 16.3%.

Constam nas tabelas 2, 3, 4 e 5 os limites de consistência dos solos estudados sob diferentes níveis de adições químicas.

Tabela 2: - Limite de Liquidez: Solo com Adições Químicas.

Ensaio	Umidade (%)	Nº de Golpes	Limite de Liquidez (%)
1	15	80	18.51
2	14.82	86	17.97
3	14.36	39	15.25
4	14.44	42	15.49
5	14.75	32	23.02
Média	14.5	37.6	17.92
Desvio Padrão	0.343	7.25	6.24

Fonte: Próprios autores (2019).

Tabela 3: - Limite de Liquidez: Solo Neutro.

Ensaio	Umidade (%)	Nº de Golpes	Limite de Liquidez (%)
1	17	91	20.38
2	16.81	72	21.26
3	16.75	41	17.91
4	16.15	23	15.98
5	15.97	28	25.92
Média	16.3	30.6	19.92
Desvio Padrão	0.58	13.14	7.45

Fonte: Próprios autores (2019).

Tabela 4: - Limite de Plasticidade/ Índice de Plasticidade: Solo com Adições Químicas.

Massa do solo úmido	Massa do solo seco	H (%)	LP (%)	IP (%)
1.8 g	1.3 g	1.5	1.8	16.12

Fonte: Próprios autores (2019)

Tabela 5: - Limite de Plasticidade/ Índice de Plasticidade: Solo Neutro.

Massa do solo úmido	Massa do solo seco	H (%)	LP (%)	IP (%)
1.9	1.3	1.95	1.9	18.04

Fonte: Próprios autores (2019)

A tabela 2 apresenta o solo com adições químicas em sua estrutura, os valores das respectivas umidades, o número de golpes necessários para fechar a ranhura de 10 mm especificada na NBR 6459 (ABNT, 1984b) e o limite de liquidez de cada ensaio. Nas tabelas 2 e 3 nos ensaios 1 e 2 os valores dos números de golpes atingem valores altos, em relação aos 25 golpes indicados pela NBR 6459 (ABNT, 1984b). Para definir o LL do solo a norma sugere temperatura ambiente de 20°C, como não foi possível manter essa temperatura nos respectivos testes, o ensaio foi desconsiderado. Já os ensaios 3, 4 e 5 nas tabelas 2 e 3 foi possível manter a temperatura do ambiente como sugerido na NBR 6459 (ABNT, 1984a), dessa forma os respectivos resultados foram utilizados para cálculo do limite de liquidez.

Para determinar o LL foi feito uma média aritmética entre os valores encontrados nos ensaios 3, 4 e 5.

Já amostra contida na tabela 3 apresenta o solo em seu estado neutro. Assim como na amostra do solo 1 foi feita uma média entre os valores encontrados nos ensaios 3, 4 e 5.

Nas tabelas 4 e 5 constam os limites de plasticidade e de índice de plasticidade dos dois tipos de solo. Em ambas as tabelas se realizaram uma média entre a massa de solo úmido e solo seco, segundo a NBR 7180 (ABNT, 1988a), sugere considerar satisfatórios os valores obtidos quando, de pelo menos três, nenhum deles diferir da respectiva média de mais de 5% dessa média. As tabelas 4 e 5 já apresentam a média das três amostras próximas de 5% como especificado na norma. Subtraindo seu resultado para determinação da umidade. Os valores do

LP apresentados são resultado da média entre as massas do solo úmido. Já o IP se deu pela subtração entre o LL e LP.

Observa-se que o estudo dos solos na camada de 0,40 m houve pouca alteração do limite de plasticidade de um solo para o outro, o solo com adições químicas apresentou LP de 1.8 % enquanto a amostra de solo neutro apresentou 1.9 %. Esta permitiu a moldagem do cilindro de 3 mm como especificado na NBR 7180 (ABNT, 1988a), o que classifica o solo como plástico, já amostra de solo neutro não apresentou plasticidade suficiente para que o cilindro fosse moldado classificando o solo como não plástico (NP).

Quanto ao limite de liquidez (LL), em ambas as amostras estudadas o comportamento foi praticamente o mesmo, a diferença do LL de uma amostra para outra ficou próxima dos 2%. Segundo Therzaghi, os solos são tanto mais compressíveis (sujeitos a recalque) quanto maior for o seu limite de liquidez. Nesse caso, com valores tão próximos não se pode afirmar que a o solo com maior degradação química por apresentar pouca variação em relação ao solo neutro estaria mais suscetível ao recalque. (PINTO, 2006).

Como o índice de plasticidade (IP) consiste numa diferença algébrica entre os limites de plasticidade e de liquidez, seu comportamento é decorrente dos efeitos já discutidos. Segundo Caputo (2000), uma pequena porcentagem de matéria orgânica eleva o limite de plasticidade, sem que isto ocorra, simultaneamente, no limite de liquidez. Como uma das amostras foi estudada numa área de frequente plantio agrícola, a decomposição de matéria orgânica é frequente nesse caso. Porém o índice de plasticidade não sofreu grandes alterações de uma amostra para outra, como consta nas tabelas 4 e 5 a diferença é de 2% apenas.

A resistência a compressão de ambas as amostras também manteve valores próximos, a amostra de solo coletada em área de cultivo agrícola frequente apresentou 0.23 tf enquanto a amostra de solo neutro suportou 0.21 tf. Os resultados encontrados mostram que a diferença entre as amostras é mínima, tornando a resistência a compressão de ambas praticamente idênticas

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As medidas de resistência dos solos apresentaram valores praticamente idênticos, o que leva a conclusão que aglomerados químicos não alteram a resistência mecânica do solo. As diferenças encontradas nos índices físicos dos solos também são praticamente iguais, a única diferença que pôde ser observada é que o solo em estado neutro apresentou característica plástica enquanto a amostra de solo quimicamente alterada se mostrou não plástica. Dessa forma conclui-se que os aglomerados químicos adicionados ao solo por cultivo agrícola não alteram a resistência do mesmo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12770 /1992**: Determinação da Resistência à Compressão Simples, (1992a).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR6457/1986**: Teor de Umidade Natural, (1986a).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6459/1984**: Solo Determinação do Limite de Liquidez, (1984a).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNTNBR 7180/1988**: Solo. Determinação do Limite de Plasticidade, (1988a).
- CALISTO, Aline; KOSWOSKI, Regiane. Efeito do recalque diferencial de fundações em estruturas de concreto armado e alvenaria de vedação: estudo de caso. 2015. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- CAPUTO, H.P. Mecânica dos solos e suas aplicações: Fundamentos. 6.ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 2000. v.1. 234p.
- FORSYTHE. Princípios e Aplicações do Controle Biológico. Academic Press, 1985.
- MILITITSKY, J.; CONSOLE, N. C.; SCHNAID, F. Patologia das Fundações. Ed 2, 2005.
- MUNER. OADES. Relação de atributos do solo com a agregação de um Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de verão para cobertura do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** vol.29 no.3 Viçosa May/June 2005.
- OREN. KAIA, Alguns Aspectos de Engenharia de Minerais de Argila Mista Homoionizados. Monitoramento e Avaliação Ambiental, v. 84, n. 1-2, p. 85-98, 2003.
- PINTO, CARLOS DE SOUZA. Curso Básico de Mecânica dos Solos, em 16 Aulas. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos 2006.
- R. Levi-Minzi R. Riffaldi A. Saviozzi. Mineralização de carbono no solo alterada com diferentes materiais orgânicos. *Agricultura, Ecossistemas e Meio Ambiente* v. 31, Ed. 4 , pg. 325-335, 1990.