ESTIMATIVA DO TEOR DE ÁGUA DISPONÍVEL EM ARGISSOLOS, NITOSSOLOS, CAMBISSOLOS E NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS A PARTIR DO TEOR DE ARGILA DO SOLO

Aline Alves Amaral(*)
Luiz Marcelo Aguiar Sans (**)

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma função para estimar o teor de água disponível a partir do teor de argila para as classes de solo: Neossolo Quartzarênico, Nitossolo, Argissolo e Cambissolos do Brasil Central. Foram desenvolvidas equações de regressão cujos resultados mostram ser possível estimar com boa precisão, o teor de água disponível a partir de funções utilizando do teor de argila do solo. Considerando que o conjunto de dados utilizados no presente trabalho foi relativamente pequeno, acredita-se ser necessário ampliar o estudo aplicando, além de maior número de pedons, informações de outros parâmetros que influenciam na retenção de água do solo.

Palavras-Chave: Teor de Argila, Neossolo Quartzarênico, Nitossolo, Argissolo, e Cambissolos, Retenção de água no solo.

* Formanda em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Sete Lagoas – UNIFEMM, Unidade Acadêmica de Ensino de Ciências Gerenciais – UEGE.
e-mail: alinealvesamaral@yahoo.com.br
** Professor Doutor em Solos, Climatologia e Hidrologia, dos Cursos de Engenharia Ambiental e Engenharia Civil do Centro Universitário de Sete Lagoas - UNIFEMM
e-mail- luizmarcelo25@gmail.

INTRODUÇÃO

As propriedades e características mecânicas, físicas e químicas de um solo dependem do teor de água disponível. Assim, qualquer trabalho que se deseja fazer sobre um solo, primeiramente deve-se conhecer o status de água no mesmo, principalmente no que se refere à energia em que a água se encontra retida. Portanto, é mais importante conhecer a disponibilidade de água que a quantidade percentual existente no pedon.

Atualmente, a medição de água no solo, em termos quantitativos, é bastante fácil, considerando a quantidade de equipamentos disponíveis no mercado. ARAUJO NETO (1994) fez um estudo dos diferentes métodos e equipamentos mostrando a eficiência e precisão dessas ferramentas. A grande dificuldade que se tem quando pretende conhecer o status de água no solo, refere-se à determinação do potencial em que a mesma se encontra retida no pedon. Os recursos de medição no campo são sofisticados e com grande margem de erro. Esses métodos além de caros carecem de calibração para cada solo e com validação frequente (OLIVEIRA, 1999; FABIAN E OTTONI, 2000). Os procedimentos de laboratório se baseiam na determinação do potencial em que a água se encontra retida na matriz do solo. Os mais comuns são os que utilizam as placas de Richards (RICHARDS, 1960), câmaras de pressão, panelas de pressão, mesa de tensão (EMBRAPA, 1979). A grande inconveniência desses métodos está no alto custo dos equipamentos, que além de demorados a determinação é pontual, ou seja, um solo é representado por uma amostra pequena que precisa representar muito bem o solo em que se pretende estimar o potencial em que a água está sendo retida.

O que tem sido comumente feito é estimar a quantidade de água retida no pedon, usando métodos indiretos. Bouma (1989) introduziu o termo “função de pedotransferência” para modelos de transferência de massa com base em dados disponíveis em levantamentos de solos, o que tem sido amplamente usado como mostra PACHEVSKY (1999). No entanto, em solos brasileiros, muito pouco tem sido feito nesse sentindo. Assad e Sans (2001) estabeleceram equações para estimar os limites superiores e inferiores de água disponível utilizando teores de areia, uma vez que além de fácil e rápido sua determinação, é um parâmetro muito acessível não só na literatura, como é presente em todos os levantamentos de solos. Arruda et al. (1987) relacionou quantidade de água e granulométrica do solo onde encontrou um resultado satisfatório entre teores de argila mais silte com água. Guimarães e Sans (informação pessoal) buscaram estabelecer uma equação que correlacionasse água disponível e granulometria, onde a melhor correlação encontrada foi à logística, porém, de baixa relação. Tomasella et al. (2000) tentou estabelecer PTF’s para todas as classes de pedons brasileiros utilizando os dados do levantamento de solo, no entanto, os resultados variaram muito e as atribuições a essas variações se teve as metodologias de determinação dos teores de água utilizadas para calibrar as equações. Várias outras tentativas foram feitas para as diferentes regiões brasileiras (SILVA et al., 1997; BERG et al., 1997; CASTRO et al., 2004; URACH, 2007).

Para outras regiões no mundo também tem sido proposto equações de pedotransferência, em que se encontraram os mais diferentes graus de precisão. (RAWSKS, et al., 1991; GENUTCHEN et al., 1992; LEIJ et al., 1996; SAXON E RAWS, 2006; GIMENEZ et al., 1997). PACHEDSKYet al. (1999) fizeram um estudo quanto à precisão e

credibilidade das PTF´s, onde mostrou que a exatidão das mesmas tem sido caracterizada usando várias medidas, tais como erro médio, desvio padrão, quadrado médio do erro, e coeficientes de regressão, o que originou em uma grande variabilidade nos resultados.

Considerando a importância de se conhecer a capacidade de água disponível do solo e a limitação que existe de sua determinação não somente referente à metodologia, mas também de tempo, procurou-se estimar a quantidade de água acessível de Neossolos Quartzarênicos, Cambissolos, Nitossolos, e Argissolos utilizando teores de argila do pedon. Uma vez que além do teor da fração argila do solo ser facilmente determinável é uma informação que se encontra facilmente em toda literatura e nos levantamentos de solos regionais.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho, selecionaram-se quatro classes de solos que foram: Neossolos Quartzarênicos, Nitossolos, Argissolos e Cambissolos.

A escolha dessas subordens de solos se deve ao fato de serem os pedons mais frequentes no Brasil Central. Além disso, a escolha desses solos se deve também ao fato de que todos os trabalhos consultados na literatura brasileira, não fazem referência à relação capacidade de água disponível e argila para essas classes. Quando se encontra alguma informação relacionando argila e CAD, são consideradas as várias ordens de solo conjuntamente.

Para estabelecer a relação entre teor de argila e a capacidade de água disponível (CAD) foi fundamental a utilização do "software" "Table Curves" (https://systatsoftware.com/downloads/download-tablecurve-2d/). Os dados de retenção de água pelo solo e de argila utilizados, foram gentilmente cedidos pelo pesquisador Luiz Marcelo Aguiar Sans que os coletou na literatura e através de contato com pesquisadores de empresas de pesquisas e professores de Universidades. A CAD foi estimada utilizando valores de água retida a 0,03 MPa e 1,5 MPa. De posse de todos os dados, primeiramente foi feito uma análise e triagem dos mesmos. Isso porque as informações foram geradas em diversos locais e diferentes métodos de determinação dos dados. Para seleção das informações utilizadas, consideraram-se metodologias analíticas. Além das bases de retenção de água e teor de argila, preocupou-se também em obter outras referências que não apenas as utilizadas no trabalho, como dados físico-hídricos e morfologia dos solos. Embora tenha sido disponibilizado um número muito grande de informações, foi utilizado um acesso restrito de dados, devido terem sido escolhidos apenas aqueles obtidos com a mesma metodologia de laboratório e coleta de campo.

Após compilação e organização das informações, os gráficos foram confeccionados e as equações de regressão desenvolvidas utilizando o "software" "Table Curves". Importante destacar, que a escolha da curva que melhor ajustou se deu aos maiores coeficientes de determinação (r^2) e menor variância do teste de F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, procurou-se avaliar a existência de uma relação entre capacidade de água disponível (CAD), silte e argila considerando que alguns autores respeitam que a fração fina do solo tem um papel muito importante na capacidade de o pedon reter água. Entretanto, os resultados encontrados mostraram que não existe relação funcional entre as partículas de silte e a CAD, para os solos estudados. Isso, provavelmente, se deve ao fato do silte apresentar pequena capacidade de adsorção catiônica e consequentemente baixa retenção de água. Vale à pena ressaltar, que é bastante conhecida a importância da matéria orgânica na retenção de água do solo. Porém, não foi estudada a relação adsorção de água e matéria orgânica porque esses dados não estavam disponíveis. Entretanto, não era esperado que o teor de matéria orgânica desses solos tivesse um papel de destaque, uma vez que as classes de solos escolhidas apresentam normalmente menos de 1% de matéria orgânica nos pedons. A variação da CAD é explicada apenas pela variabilidade do teor de argila ao nível de 1% de probabilidade.

Considerando o exposto acima e objetivando obter melhores relações entre CAD e teor de argila do solo, procurou-se inicialmente definir uma função única para todos os solos estudados. Em um segundo momento estabeleceu-se uma função para cada grande grupo de solo estudado isoladamente, cujas equações estão apresentadas no Quadro 1.

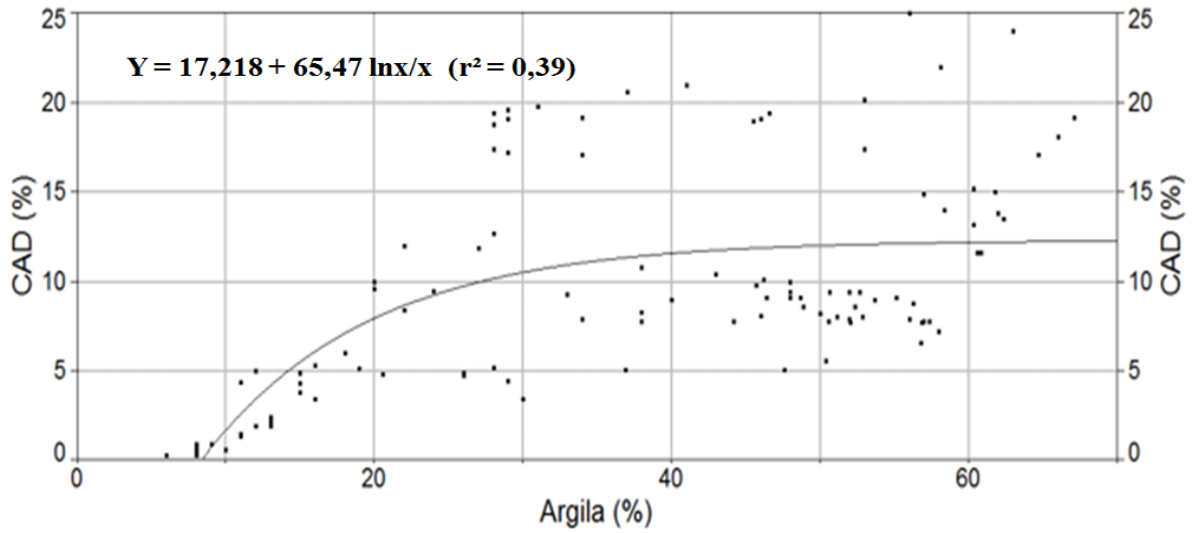
Quadro 1. Equações de regressão geradas a partir do banco de dados disponível.

Classe de Solo	Equação de Regressão	r^2
Neossolos Quartzarênicos	$y = 0{,}015x^2 - 0{,}417$	0,94
Cambissolos	$\ln y = 1{,}463 + 4{,}824\ x^3$	0,80
Nitossolos	$\ln y = 1{,}973 + 5{,}342\ x^3$	0,74
Argissolos	$y = 22{,}406 - 4807{,}11/x^2$	0,80
Global *	$y = 17{,}218 + 65{,}47\ \ln x/x$	0.39

(*) Relação entre o teor de argila de todos os solos estudados x CAD

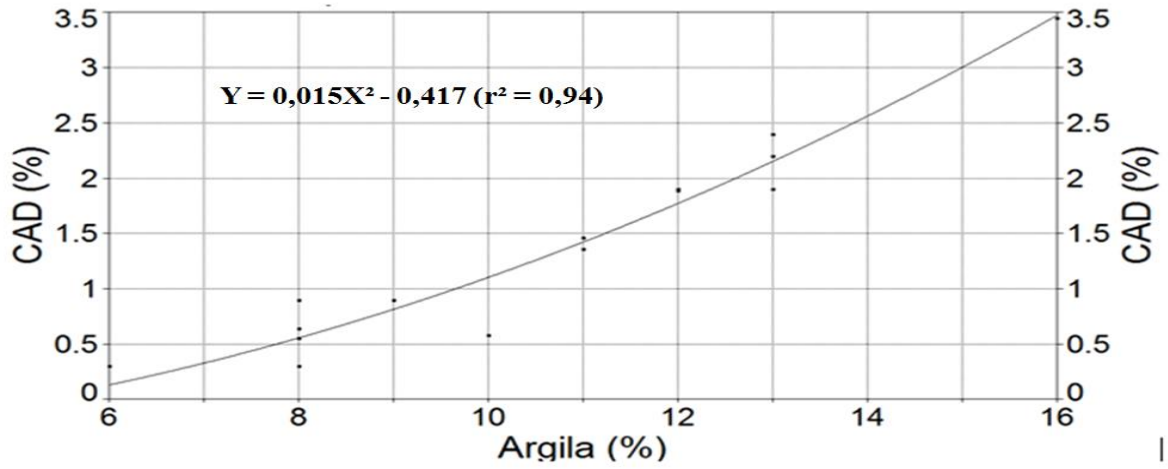
O que se pode observar na Figura 1, é a ocorrência de uma dispersão muito grande dos dados. Os resultados mostram que o coeficiente de correlação é muito baixo ($r^2 = 0{,}39$). Essa relação era de se esperar, uma vez que os solos foram coletados em diferentes condições de clima, geologia e relevo, que consequentemente formou argila em quantidades e tipos distintos para cada classe de solo, o que resultou em valores específicos de capacidade de retenção de água. Em resumo, era de se esperar que a relação entre fração granulométrica (argila) e a CAD seja especifica de cada classe de solo. Adicionalmente a vegetação que recobre o solo também é diferente, o que provavelmente contribuiu para o teor de matéria orgânica variar de local para local, devido à mesma contribuir para adsorção de água do pedon.

FIGURA 1 – Gráfico referente à relação entre teor de argila e CAD de todos os solos estudados.



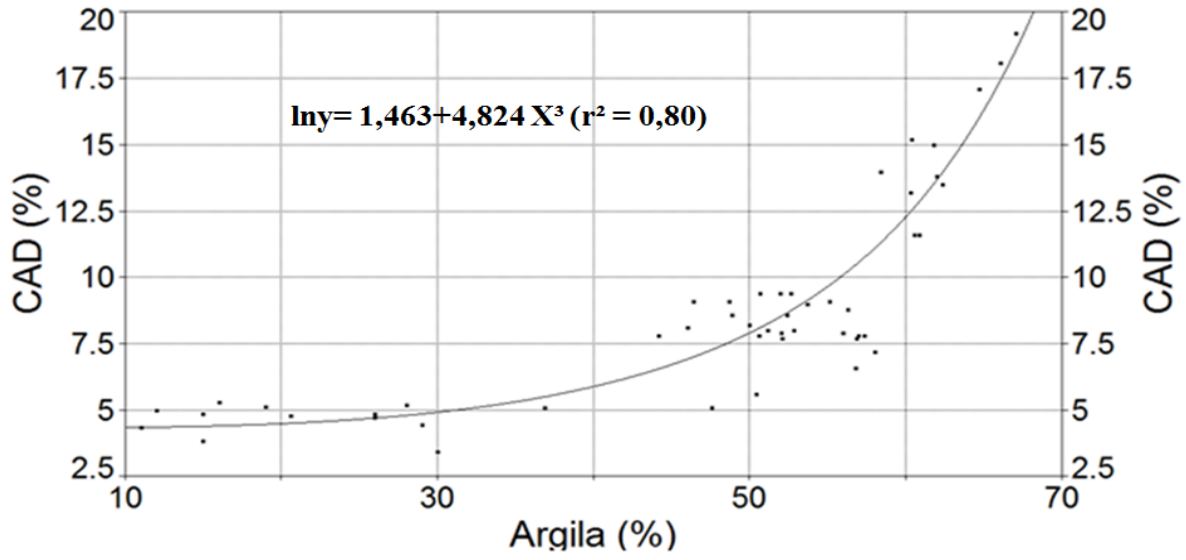
Na Figura 2 estão apresentados os valores da (CAD) em função do teor de argila para os Neossolos Quartzarênicos. A relação argila x CAD mostrou uma boa correlação, verificando com isso que é possível estabelecer a capacidade de água disponível a partir do teor de argila. Essa classe de solo apresenta baixo teor de argila, inferior a 15% e provavelmente predominância de apenas um tipo. Adicionalmente é um solo de baixo teor de matéria orgânica (menos de 0,6%) e baixa retenção de água. Estas são provavelmente as razões do elevado valor do coeficiente de determinação (r^2=0,94). A curva de regressão está apresentada na Figura 2 onde se podem ver os valores do coeficiente de determinação.

Figura 2. Relação entre teor de argila e CAD dos Neossolos Quartzarênicos



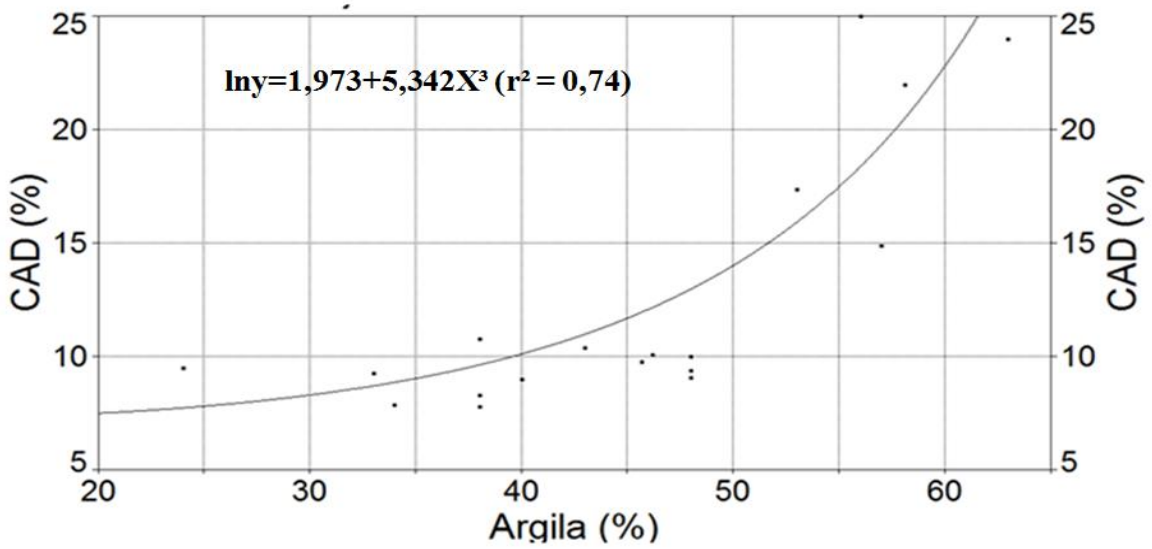
Os Cambissolos por serem solos em fase de intemperização, provavelmente o tipo de argila variam com o grau de evolução do mesmo. Assim sendo, esperava-se um nível maior de variabilidade entre os pedons e consequentemente um baixo coeficiente de correlação. Entretanto, o coeficiente de determinação encontrado (r^2) = 0,80 para essa classe de solo é relativamente elevado. Considerando que os dados utilizados no presente trabalho tiveram início no Brasil central, possivelmente o material de origem dos pedons tenham sido rochas pelíticas, ou seja, solos que tenham tido a mesma gênese. Adicionalmente, essa classe de solo apresenta baixa fertilidade e cobertura vegetal pouco exuberante. (Figura 3)

FIGURA 3 – Relação entre teor de argila e CAD dos Cambissolos



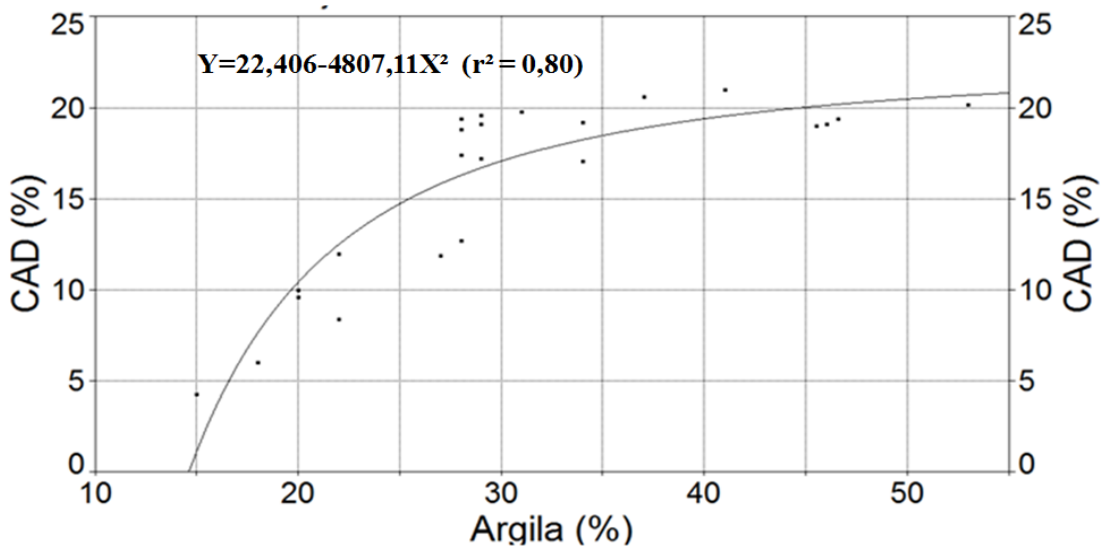
A equação referente aos Nitossolos foi a que apresentou menor valor do coeficiente de determinação (r^2 = 0,74) e valores de F. Embora esse resultado seja o pequeno comparado ao dos outros solos, podemos considerar que ainda é um resultado elevado. Vários autores têm encontrado valores bastante inferiores e são considerados satisfatórios devido à grande variabilidade espacial dos solos (PACHEVYZKY, 1999). Um aspecto importante que deve ser considerado é o número de dados utilizados na definição da função. Os Nitossolos são pedons cujo material de origem varia de região para região, podendo ser desde uma rocha básica até as rochas pelíticas. Essa é a razão pela qual ocorre uma grande variabilidade de retenção de água entre os mesmos, resultando nos menores valores de coeficiente de determinação (r^2) = 0,74 entre os solos analisados. Além disso, há uma grande variação no nível de fertilidade dessa classe de solo, o que resulta nas mais diversas coberturas vegetais. Consequentemente existem alteráveis teores de matéria orgânica o que contribui para diferentes capacidades de retenção de água do solo. A curva de regressão está apresentada na Figura 4 onde se podem ver os valores do coeficiente de determinação.

FIGURA 4 – Gráfico referente à relação entre teor de argila e CAD dos Nitossolos



Os Argissolos constituem uma classe de solo de extrema importância no país e tem suas origens nas mais diferentes categorias de rochas. São solos em estágio de intemperização maiores que os Nitossolos, cujo tipo de argila é mais uniforme, resultando em uma adsorção de água menos variável que o solo anterior, por esse motivo o seu (r^2) está em torno de 0,80. Os Argissolos encontram-se sob os mais diversos grupos de vegetação, o que pode contribuir com diferentes níveis de matéria orgânica nos pedons. A curva de regressão está apresentada na Figura 5 onde se podem ver os valores do coeficiente de determinação.

FIGURA 5 – Gráfico referente à relação entre teor de argila e CAD dos Argissolos



Pachepsky et al. (1999) fez um estudo referente a precisão e credibilidade de equação de pedotransferência e verificou que redes neurais podem gerar equações mais

precisas que as de regressão. Entretanto, para redes neurais é necessária uma quantidade muito grande de informações, o que não foi possível no presente trabalho. Além disso, esse autor afirma ainda que a precisão da equação dependa da homogeneidade do grupo de dados utilizados e complementa que nem sempre essa igualdade é conseguida devido à variabilidade espacial dos pedons. Assim sendo, considera que valores de coeficientes de regressão baixos não são uma razão para descredibilidade da equação. Portanto, podemos considerar que às equações obtidas para as classes de solos são perfeitamente viáveis para estimar o teor de água disponível conhecendo apenas o teor de argila.

De acordo com o exposto acima, pode-se considerar que para os solos estudados, é possível estabelecer uma equação para estimar a CAD do solo a partir do teor de argila.

Levando-se em consideração a importância que se tem de conhecer a capacidade de água disponível dos Latossolos no Brasil Central, onde a maior parte da agricultura é desenvolvida sobre os mesmos, acredita-se ser necessário ampliar este trabalho, coletando amostras por horizontes diagnósticos de perfis desenvolvidos a partir de diferentes materiais de origem, relevos e biomas, em números significativos, determinando os teores de argila e CAD através de uma única metodologia, utilizando modelos indeformados.

Considerando ainda que a retenção de água no solo seja também influenciada pelos teores de húmus e capacidade de troca de cátions no solo, seria interessante aprofundar em uma relação não somente com argila, mas também argila x CTC x matéria orgânica. Importante destacar que não feita essa correlação por não terem sido disponibilizadas essas informações. A tentativa de relacionar CAD com teor de argila deve-se ao fato de inúmeros trabalhos mostrando que esta relação é possível.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estimativa de água disponível a partir do teor de argila para os Neossolos Quartizarênicos, Nitossolos, Cambissolos, e Argissolos, mostrou-se viável de ser utilizada.

Considerando não ter sido utilizado um número grande de dados e não ter informações do teor de matéria orgânica dos pedons, sugere-se a ampliação de pesquisa e coleta de um número maior de informações para desenvolver equações que utilizem além de argila outros parâmetros que influenciam a CAD.

REFERÊNCIAS

ARAUJO NETO, M.D. Metodos de medicao de agua no solo: uma breve discussão. GONOMOS 2(2) 51-61. 1994.

ARRUDA, F.B., ZULLO JR, J; OLIVEIRA, J.B. Parâmetros de solo para cálculo da água disponível com base na textura do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo 11 (1): 11-15. 1987.

ASSAD, L.; SANS, L.M.A.; ASSAD, E.D.; ZULLO, J. Relação entre água retida e conteúdo de areia total em solos brasileiros. Revista Brasileira de Agrometeorologia. 9(30): 588-596 2001.

BOUMA, J. Using soil survey data for quantitative land evaluation Adv. Soil Sci. 9:177-213. 1989.

CASTRO, A.A.D.N. Estimativa de água disponível a partir de parâmetros físicos do solo. Fundação Educacional Monsenhor Messias. Monog. 36p. 2004.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análises de Solos. 1º Edição. Rio de Janeiro. EMBRAPA CNPS. Documento 1. 1999.

FABIAN, J.F., OTTONI FILHO, T.B. Determinação de capacidade de campo in situ ou através de equações de regressão. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 35(5):1029-1036, 2000.

GIMENEZ, D.; PERFECT, E.; RAWLS, P.Y. Fractal models for predicting soil hydraulic properties: a review Engineering Geology 48(3):161-168. 1997.

GUPTA, S.C.; LARSON, W.E. Estimating soli water retention characteristics from particle size distribution, organic matter content, and bulk density. Water Resources Research, Washington 20:1633-1634. 1979.

HOLLIS, J.M.; JONES, R.J.A.; PALMER, R.C. The effects of organic matter and particle size on the water retention properties of some soils in the west midlands of England. Geoderma, Amsterdam. 17:225-238. 1977.

LEIJ, F.; ALVES, W.J.; VAN GENUCHTEN, M.TH; WILLIAMS, J.R. The UNSODA Unsaturated Soil Hydraulic Database; user's manual version 1.0. EPA/600R-96/095. Office if Research and Development, Cincuinnati, OH. 1996.

OLIVEIRA, C.A.S. Determinação da tensão de água em solo agrícola. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.34, n.8, p.1417-1425, ago. 1999.

PACHEPSKY, Y.A.; RAWLS, W.J.; TIMLIN, D.J. The current status of pedotransfer functions: their accuracy, reliability, and utility in field and regional-scale modeling. Geophysical Monograph 108.American Geophysical Union, p.223-234. 1999.

RAWS, W.J.; GISH, T.J. BRAKENSIEK, D.L. Estimating soil water retention from physical properties and characteristics. Adv. Soil Science.16:213-234.1991

RICHARDS, L.A. Advances in soil physics. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE TRANSACTION, 7. 7th International Congress of Soil Sci. Transaction. 7:67-69. 1960.

SAXTON, K.E.; RAWLS, W.J. Soil water characteristics estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions. Soil Science Society of America Journal 70(5):1560-1578. 2006.

URACH, F.L. Estimativa da retenção de água em solos para fins de irrigação. Dissertação de mestrado. Univers. Santa Maria, Rs. 52 p. 2007.

VAN GENUCHTEN, M. T.; LEIJ. F. On estimating the hydraulic properties of unsaturated soil. In: Indirect Methods for estimating the hydraulic properties of unsaturated soils, Edit by M. Th van Genuchten, F.J. Leij, and L.J. Lund, pp. 1-14. University of California, Riverside, CA. 1992.