



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

HELDER EPIFANE RODRIGUES

**INFLUÊNCIA DE CALCÁRIO E GESSO SOBRE ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM
LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO NO SUDESTE PARAENSE**

BELÉM
2018

HELDER EPIFANE RODRIGUES

**INFLUÊNCIA DE CALCÁRIO E GESSO SOBRE ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM
LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO NO SUDESTE PARAENSE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenadoria do curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal Rural da Amazônia como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Mário Lopes da Silva Júnior

Co-Orientador: Dr. Edilson Carvalho Brasil

BELÉM

2018

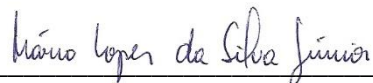
HELDER EPIFANE RODRIGUES

**INFLUÊNCIA DE CALCÁRIO E GESSO SOBRE ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM
LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO NO SUDESTE PARAENSE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal Rural da Amazônia, área de concentração fertilidade do solo e nutrição de plantas, como requisito para obtenção do grau em Engenharia agrônômica.

Aprovado em fevereiro de 2018

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Mário Lopes da Silva Júnior

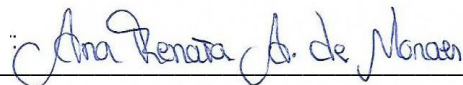
Orientador



Rubia Carla Ribeiro Dantas

Membro da banca

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA



Ana Renata Abreu Moraes

Membro da banca

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Aos meus pais, aos meus orientadores,
que me conduziram e me oportunizaram a
realização de minha formação

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente;

Aos meus pais, que nunca pouparam esforços para que eu tivesse a oportunidade de estudar e buscar um futuro melhor, pelo amor que sempre me dedicaram;

Aos meus irmãos Vanessa E. Rodrigues e Pedro E. Rodrigues que são exemplos de pessoas batalhadoras;

Aos meus orientadores Dr. Edilson Carvalho Brasil e Prof. Dr. Mário Lopes da Silva Júnior pelos valiosos ensinamentos e confiança depositada;

A Universidade Federal Rural da Amazônia;

A Embrapa Amazônia Oriental e toda equipe do laboratório de solos, por ter proporcionado conhecimento e a oportunidade de realizar esta pesquisa;

A todos que participaram e ajudaram na condução do meu trabalho, Rubia Carla Ribeiro Dantas e Letícia Cunha da Hungria que fazem parte dessa incrível equipe;

A todos da minha turma de agronomia 2013, pelos momentos de felicidade e alegria em especial aos meus amigos Lucas G. Costa e Fernanda E. dos Santos;

A todos que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a minha formação acadêmica e pela realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1. Acidez do Solo	10
2.2. Comportamento do Solo em Função da Aplicação de Calcário e Gesso	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1. pH	16
4.2. Ca²⁺	18
4.3. Ca+Mg.....	20
4.4. Al³⁺	21
4.5. V%.....	23
4.6. CTC	24
5. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

INFLUÊNCIA DE CALCÁRIO E GESSO SOBRE ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO NO SUDESTE PARAENSE

RESUMO

A Acidez do solo é um dos fatores que mais limitam o estabelecimento e desenvolvimento de grande parte das culturas de interesse agrícola. No cenário amazônico, cerca de 75% dos solos encontram-se nestas condições, sendo necessidade do uso de corretivos, a fim de obter maiores índices de produtividade. A partir desta premissa objetivou-se avaliar as alterações de atributos químicos de um Latossolo Amarelo distrófico, em função da aplicação de calcário e gesso no solo. O experimento foi conduzido no município de Paragominas, sudeste do Pará, em um Latossolo Amarelo distrófico, textura argilosa, em um ciclo agrícolas (2015/2016), o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, em esquema de parcela subdividida (Split-Plot). Os tratamentos corresponderam à combinação de quatro doses de gesso (0; 0,8; 1,6; 3,2 t ha⁻¹) nas parcelas, e cinco níveis de calcário (0, 1, 2, 3 e 4 t ha⁻¹) nas subparcelas. Para avaliações dos atributos químicos do solo, foram realizadas coletas de amostras de solo, retiradas nas seguintes profundidades: 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm. O procedimento de amostragem foi realizado dentro de cada parcela, com a retirada de amostras nos sulcos de adubação e nas entrelinhas, com deslocamento em zig-zag. Posteriormente as amostras de solo foram levadas ao laboratório de solos da Embrapa Amazônia Oriental, onde foram feitas as análises. Os resultados da avaliação dos atributos químicos do solo foram submetidos à análise de variância (teste F, $p \leq 0,05$). Para as variáveis cujos efeitos principais e/ou interação foram significativos, procedeu-se a análise de regressão considerando as fontes de variação de doses de calcário e gesso. Para os resultados relativos às profundidades, procedeu-se a comparação das médias através do teste Scott-knott, ao nível de 5% de probabilidade. As varias resposta obtidas com o teste são: pH em H₂O, Ca, Ca+Mg, Al³⁺, saturação por bases e CTC. A calagem promove o aumento do índice de pH em todas as profundidade, também houve efeito da interação calcário e gesso no solo, esses efeitos foram mais na camada de 0-10 e representaram valores pH acima 5, para o Ca houve interação tanto calcário em profundidade quando para gesso em profundidade ambas representaram um incremento de mais de 3,4 cmol_c dm³, houve efeito da interação calcário e gesso elevando os teores de Ca para valores acima de 3 cmol_c dm³, também houve resposta do calcário no incremento de Ca+Mg no solo apresentando tores acima de 8 cmol_c dm³, a concentração de Al³⁺ no solo também foi reduzida para valores próximos a 2 cmol_c dm³ sendo que a menor concentração foi observada na camada 0-10, houve aumento da saturação por base do solo para valores acima de 60% e aumento da CTC em resposta tanto ao calcário quanto ao gesso, com elevação mais pronunciada na camada de 0-10. Deste modo a aplicação de calcário e gesso se mostraram bastante eficazes na elevação dos atributos químicos avaliados tanto de forma isolada como em uso de forma combinada.

PALAVRAS-CHAVE: Acidez do solo, Amazônia, profundidade.

NFLUENCE OF LIMESTONE AND GYPSUM ON CHEMICAL ATTRIBUTES OF A DYSTROPHIC YELLOW LATOSOL IN SOUTHEAST OF PARÁ

ABSTRACT

The soil Acidity is one of the factors that most limit the establishment and development of most crops of agricultural interest. In the Amazon scenario, about 75% of the soils are in these conditions, being necessary the use of correctives, in order to obtain higher rates of productivity. Based on this premise we aimed to evaluate the chemical attributes changes of a dystrophic Yellow Latosol, as a function of the application of limestone and gypsum in the soil. The experiment was carried out in the Paragominas municipality, southeast of Pará, in a dystrophic Yellow Latosol, clay texture, in an agricultural cycle (2015/2016). The experimental design was a randomized complete block design with three replications, in a sub-divided plot scheme (Split-Plot). The treatments corresponded to the combination of four gypsum rates (0, 0.8, 1.6, 3.2 t ha⁻¹) in the plots, and five limestone levels (0, 1, 2, 3 and 4 t ha⁻¹) in the subplots. For soil chemical attributes assessments, soil samples were collected at the following depths: 0-10, 10-20 and 20-40 cm. The sampling procedure was performed within each plot, with the withdrawal of samples in the fertilization grooves and between the lines, with zig-zag displacement. Subsequently the soil samples were taken to the soil laboratory of Embrapa Amazônia Oriental, where the analyzes were made. The results of the evaluation of soil chemical attributes were submitted to analysis of variance (test F, $p \leq 0.05$). For the variables whose main effects and / or interaction were significant, the regression analysis was performed considering the sources of variation of limestone and gypsum doses. For the depth-related results, the means were compared using the Scott-knott test at the 5% probability level. The various responses obtained with the test are: pH in H₂O, Ca, Ca+ Mg, Al³⁺, base saturation and CTC. The liming promoted the increase of the pH index in all the depths, also there was effect of the limestone interaction and gypsum in the soil, these effects were more in the layer of 0-10 cm and represented pH values above 5, for the Ca there was interaction both limestone in depth when for plaster in depth both represented an increase of more than 3.4 cmol_c dm³, there was effect of the interaction of limestone and gypsum raising Ca contents to values above 3 cmol_c dm³, also there was limestone response in the increase of Ca + Mg in the soil presenting values above 8 cmol_c dm³, the concentration of Al³⁺ in the soil was also reduced to values close to 2 cmol_c dm³ and the lowest concentration was observed in the 0-10 cm layer, there was increase of the saturation by soil base to values above of 60% and CTC increase in response to both limestone and gypsum, with a more pronounced rise in the 0-10 cm layer. In this way the application of limestone and plaster proved to be quite effective in raising the chemical attributes evaluated both in isolation and in use in combination.

KEYWORDS: acid soils; amazona, depht.

1. INTRODUÇÃO

Em geral, os solos brasileiros apresentam limitações ao desenvolvimento e estabelecimento de sistemas de produção para a grande parte das culturas de interesse agrícola, em virtude do efeito limitante da acidez (SOUSA et al., 2007), estudos revelam que na Amazônia mais de 75% dos solos encontram-se nesta condição, fomentando a necessidade do uso de corretivos, a fim de obter maiores índices de produtividade (VELOSO et al., 2010).

A acidez pode ser natural, consequência de seu material de origem pobre em cátions básicos, devido a condições de pedogênese e formação que favoreçam a remoção de elementos químicos ou em função de ação antrópica, resultado do uso irracional do solo, promovendo elevação da acidez (RAIJ, 1983).

O processo natural ocorre pela solubilização da rocha, seguida de forma conjunta da perda de cátions com retenção preferencial nos colóides por cátions ácidos como o alumínio (Al^{3+}), em decorrência de sua maior valência, ocupando os sítios de troca da argila e da matéria orgânica (MEURER et al., 2010) Resulta também de processos como a mineralização de matéria orgânica e nitrificação do solo, de forma antrópica, que ocorre devido a sucessivos cultivos que esgotam o solo, além da aplicação de fertilizantes amoniacais (SOUSA et al., 2007).

Neste contexto, regiões tropicais com solos altamente intemperados apresentam como principal característica química a baixa capacidade de retenção de cátions (CTC) (ALLEONI et al., 2009), além da elevada acidez apresenta baixos teores de Ca e Mg e altas concentrações de Al fazendo com que seja necessário o uso de corretivos visando garantir um maior rendimento econômico (CRAVO et al., 2012).

A calagem comumente utilizada para neutralizar a acidez do solo, constitui um importante alternativa na obtenção da melhoria das características químicas do meio. Sua ação promove a neutralização do Al trocável, favorece a nutrição das plantas com cálcio (Ca) e magnésio (Mg), promove o aumento da CTC efetiva, com isso, reduz a lixiviação de bases e possibilita o maior crescimento do sistema radicular, com aumento da absorção e maior utilização de nutrientes e água (SOUSA et al., 2007). Ao contrário do calcário, o gesso não corrige a acidez do solo, atua como condicionador de solo reduzindo a saturação por alumínio, melhorando o ambiente radicular e aumentando a concentração de cálcio e enxofre em profundidade (ZAPPAROLI et al., 2013).

O revolvimento do solo é necessário para que o efeito do calcário atinja camadas mais profundas, porém, exige o uso de máquinas e equipamentos que oneram sua prática, sendo uma alternativa viável o uso de gesso aplicado em superfície (CAIRES et al., 1998) geralmente, a reação do calcário limita-se ao local de sua aplicação (CAIRES et al., 2004). Trata-se então de mecanismo de manejo estratégico na melhoria do perfil do solo em profundidade o uso de gesso, visando promover melhorias das características químicas em camadas mais subsuperficiais, melhorando o ambiente radicular (CAIRES et al., 2003) favorecendo a redução da atividade tóxica do alumínio e fornecendo cálcio a nutrição das plantas (SOUSA et al., 2007; SORATTO; CRUSCIOL, 2008; ZAPPAROLI et al., 2013).

Desta forma, os efeitos da aplicação de calcário combinada ao gesso, atuando tanto em superfície como em subsuperfície caracteriza-se como uma promissora solução aos efeitos da acidificação do solo, que tem sido acelerada por ações antrópicas em função do manejo e do sistema implementado. A partir desta premissa, objetivou-se avaliar as alterações de atributos químicos de um Latossolo Amarelo distrófico, em função da aplicação combinada de calcário de gesso no solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Acidez do Solo

Meio natural de sustentação o solo propicia o crescimento e desenvolvimento as plantas, devendo fornecer níveis adequados de macro e micronutrientes em formas disponíveis e assimiláveis em um sistema complexo de interação entre solo e o vegetal. A acidez do solo é determinada com base em seu potencial hidrogeniônico (pH), o mesmo relaciona-se direta e indiretamente com a disponibilidade destes nutrientes às plantas, conforme Faquin (2005) ocorre efeito direto na absorção iônica radicular, pela competição de H^+ e OH^- com outros cátions e ânions e, indireto na disponibilidade de elementos sendo eles nutrientes ou não. Esses efeitos indiretos correspondem a reações de sorção, dessorção e precipitação envolvendo as propriedades químicas do solo, e podem influenciar diretamente no crescimento das plantas (MEURER, 2007).

A atividade de íons H^+ , expressa pelo índice (pH), é dado pelo logaritmo negativo da concentração molar de H^+ cuja expressão: $pH = -\log [H^+]$ (MEURER et al., 2010), e envolve o equilíbrio entre fatores intensidade, quantidade e capacidade, que correspondem a acidez

ativa, trocável e não-trocável, o fator intensidade refere-se atividade de H^+ em solução, o fator capacidade resulta da concentração de cátions de caráter ácido principalmente H^+ e Al^{3+} que estão adsorvidos aos colóides e que podem ser desorvidos da fase sólida para solução (SOUSA et al., 2007).

O processo de acidificação do solo é resultado da remoção de cátions básicos do complexo de troca catiônica (RAIJ, 1983), em regiões tropicais, no qual, o efeito natural de intemperismo (Processos químicos, físicos e biológicos) é acentuado, comumente encontram-se índices de pH mais ácido devido a fatores como o clima, isso ocorre conforme Sousa, Miranda e Oliveira (2007) visto que, os altos índices pluviométricos destas regiões fazem ocorrer a tendência destes solos apresentarem maior acidificação em virtude da remoção de cátions de caráter básico (Ca, Mg, K e Na) do complexo de troca, resultando no acúmulo de cátions de natureza ácida (Al e H), exigindo assim maiores quantidades de calcário devido à elevação do pH. Esses cátions são macronutrientes essenciais às plantas.

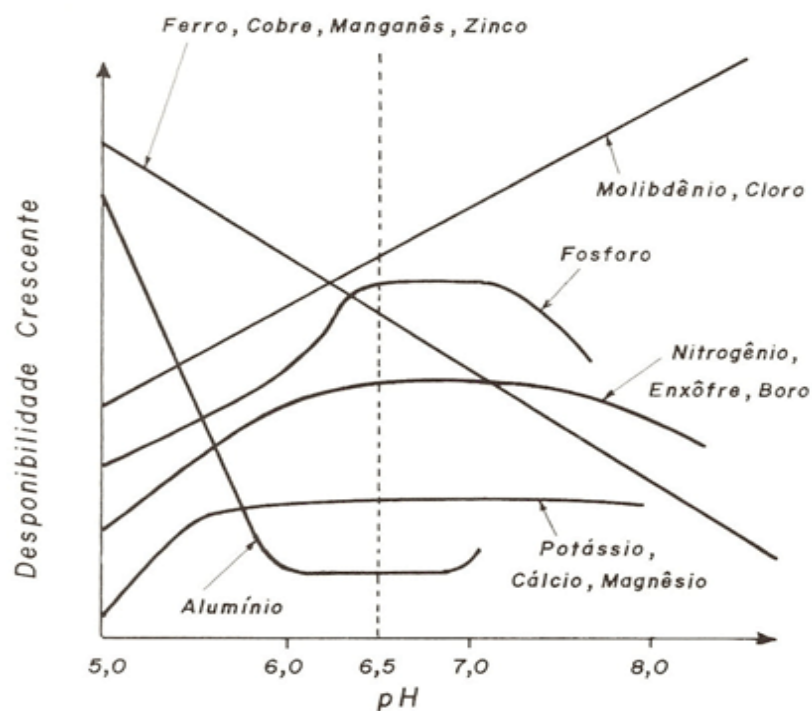
Em regiões tropicais os minerais pedogenicos predominam na fração argila, sendo os mais comuns aluminossilicatos, são eles: caulinita, vermiculita, esmectitas, óxidos, hidróxidos e oxihidróxidos, que afetam as propriedades químicas do solo, conforme o mesmo autor, os mais abundantes são os óxidos de Ferro e Alumínio em concentrações menores que os argilominerais, estes óxidos apresentam conforme o pH cargas positivas e negativas (INDA JR et al., 2010).

Em solos agrícolas destas regiões que apresentam pH abaixo de 5,0 (caráter ácido), normalmente ocorre predominância de cargas positivas, atraindo ânions, com a correção da acidez e elevação do pH passam a predominar cargas negativas atraindo assim cátions (MOURER et al., 2010) como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ que são cátions de grande interesse ao bom desenvolvimento agrícola das culturas.

Encontra-se solos com variação de pH entre 3 a 10, para solos brasileiros esse valor comumente varia de 4 a 7,5 (RAIJ, 1983). Solos quimicamente classificados como de caráter ácido do ponto de vista agrônomo, dependendo da faixa de pH, são classificados como férteis ou não. Dentro de uma classificação agrônoma de pH valores de 5,5 a 6,5 são considerados como adequado ou bom ao desenvolvimento da maioria das culturas de interesse agrícola (MEURER, 2007) fora desta faixa já são consideradas limitantes e inadequadas e em geral nessas condições ocorre perdas de produtividade, sendo necessário medidas corretivas.

Estas medidas tornam-se necessárias, visto que, a acidez do solo reduz a disponibilidade de diversos nutrientes (N, P, K, Mg, S e Mo) e podem causar toxidez Mn (RODRIGHERO et al., 2015), além do Al^{3+} conforme já apresentado, afetando a capacidade de troca de cátions (CTC) e conseqüentemente a nutrição das plantas, que depende do equilíbrio da solução do solo e a fase sólida. A Figura (1) a respeito da disponibilidade de nutrientes de Malavolta (1989) elucida bem os efeitos da acidez na maior ou menor concentração de macro e micronutrientes no solo.

Figura 1 – Relação entre o pH e a disponibilidade de macro e micronutrientes do solo.



Fonte: Malavolta (1989).

Conforme observa-se na (Figura 1), conforme eleva-se o pH do solo, ocorre o aumento da concentração de macronutrientes e a redução de concentrações tóxicas de Al e Mn.

Em condições de acidez (baixo pH) a concentração de alumínio na solução pode chegar a ordem de $400\mu\text{mol L}^{-1}$ (MEURER; ANGHINONI, 2010). O Al^{3+} assim como o H^+ substituem nutrientes como potássio, cálcio e magnésio que são “lavados” da superfície das partículas do solo (MALAVOLTA, 1989). Conforme Sousa (2006) em condições em solos ácidos de regiões tropicais predominância de minerais do tipo 1:1 a exemplo da caulinita e os óxidos de Fe (hematita e goethita) e Al (gibbsita) que apresentam alta capacidade adsorção de P. Formas lábeis ou não.

Os Latossolos, de forte ocorrência no Brasil, constituem-se predominantemente pelo mineral caulinita e óxidos de ferro, característico de solos ácidos com baixa CTC, apesar de apresentar estrutura estável e boa agregação de partículas, devido a essas particularidades apresenta forte capacidade de absorver o P (GIASSON, 2010).

A capacidade de troca de cátions (CTC) expressa a quantidade total de cátions que o solo pode reter na superfície coloidal, na forma de complexo de esfera-externa (trocável) estando prontamente disponível às plantas, indiretamente representa a quantidade de cargas negativas no solo (EMBRAPA, 1997; MEURER et al., 2010).

2..2. Comportamento do Solo em Função da Aplicação de Calcário e Gesso

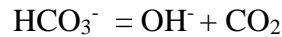
A calagem tem importante papel em regiões tropicas em função do seu efeito positivo na melhoria das características químicas do solo. Conforme Meurer et al. (2006) as partículas tanto orgânicas como inorgânicas apresentam cargas em sua superfície que podem ser permanentes ou dependentes de pH (atividades de H^+ e OH^-). A calagem atua diretamente nessas cargas dependentes, visto que, conforme dito, as mesmas variam com o pH do solo, daí a relevância da calagem na ação de manutenção do equilíbrio de cargas na solução. Esse efeito é importante pois essas cargas são responsáveis por reter nutrientes.

Seu efeito no solo, ou seja, a capacidade de neutralizar a acidez do solo depende de dois fatores principais: grau de moagem (granulometria) e seu teor de CaO e MgO (MALAVOLTA, 1989). Trabalhos mostram que o efeito da calagem na correção da acidez em profundidade varia com: a dose e granulometria do produto; forma de aplicação; tipo de solo; condições climáticas; sistema de cultivo e do tempo decorrido da aplicação (ALLEONI et al., 2005 apud SORATTO; CRUSCIOL, 2008).

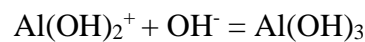
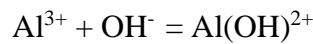
Ao reagir com os colóides, os efeitos da calagem são: elevação do pH e de teores de nutrientes como o Ca e Mg, aumento da saturação por bases e diminuição da concentração de Al e Mn trocáveis (SORATTO; CRUSCIOL, 2008). A correção do solo com a calagem faz com que o hidrogênio (Acidez ativa) seja convertido em água, Al e Mn em excesso sejam precipitados tornando-se inócuos, (Malavolta, 1989).

A aplicação de calcário conforme Meurer, Bissani e Carmona (2010) se da seguinte forma, ocorre dissolução do $CaCO_3$ e $MgCO_3$ que reage com água liberando assim moléculas de OH^- que neutralizam os íons H^+ presentes na solução (resultantes da dissociação de matéria orgânica e da hidrólise de alumínio), aumentando o pH e liberando os sítios de troca

das superfícies dos minerais e da matéria orgânica que vão sendo ocupadas por Ca^{2+} Mg^{2+} aumentando assim a saturação por bases e consequentemente a CTC, o esquema da reação com o carbonato segue abaixo.

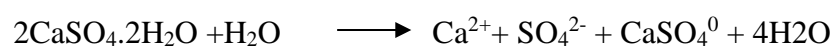


Reação do alumínio com hidroxila

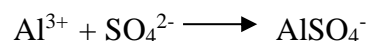


Com a melhora da CTC do solo se tem como importante resultante a menor lixiviação de cálcio, magnésio e potássio, tornando-se mais presentes nos sítios de troca. Porém, a maior presença de OH^- resulta também em uma menor disponibilidade de micronutrientes no solo (SOUSA et al., 2007).

O gesso é um sal neutro, sulfato de cálcio diidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), atua como um condicionador do solo e seus efeitos envolvem a redução da saturação por alumínio e aumento da concentração de Ca e S, melhorando o ambiente do solo, e promovendo um maior desenvolvimento de raízes, ao fornecer o íon Ca^{2+} , proveniente de sua dissolução, pode deslocar cátions como Al^{3+} , K^+ , Mg^{2+} , (H^+) do complexo de troca para solução, que por sua vez podem reagir com SO_4^{2-} e formar no caso do Al (AlSO_4^+) ou pares iônicos neutros: K_2SO_4^0 , CaSO_4^0 , MgSO_4^0 (SOUSA et al., 2007). (ALVAREZ et al., 1999), deste modo o uso do gesso deve ser feito de forma racional no solo visto que conforme Faria et al., (2003) em excesso, pode arrastar bases trocáveis para camadas mais profundas distantes das raízes. A dissociação do gesso é dada da seguinte forma:



Reação de complexação do alumínio com sulfato



3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizada no município de Paragominas-PA, com as coordenadas 2°59'23" S e 47°24'28" O, em um Latossolo Amarelo distrófico, textura argilosa, representativo da região.

O município de Paragominas situa-se na mesorregião Sudeste do Estado do Pará, possuindo uma área territorial de 19.395 km² e população de 98.000 habitantes, distante 300 km de Belém (PA) (IBGE, 2010). Apresenta clima do tipo Aw, definido como tropical chuvoso e estação seca definida, a médias anuais de precipitação é de 1.743 mm, umidade relativa de 81% e temperaturas entorno de 26,3 °C, de acordo com a classificação de Köppen (ALVES; CARVALHO; SILVA, 2014).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, em esquema de parcela subdividida (Split-Plot). Os tratamentos corresponderam à combinação de quatro doses de gesso (0; 0,8; 1,6; 3,2 t ha⁻¹) nas parcelas, e cinco níveis de calcário (0, 1, 2, 3 e 4 t ha⁻¹) nas subparcelas. Nas subsubparcelas foram consideradas as profundidades avaliadas por ocasião da amostragem do solo. Utilizou-se calcário dolomítico comercial cuja sua composição apresenta 32% de CaO, 15% de MgO e PRNT DE 92%, e gesso agrícola é 25% de CaO E 14% S.

Antes da instalação do experimento a área utilizada era uma mata remanescente e a remoção da vegetação foi realizada por meio de trator de esteira. O preparo do solo foi realizado por meio de gradagens, utilizando-se inicialmente uma grade aradora e em seguida outra niveladora, com dois revolvimentos em sentido transversal. A aplicação do calcário dolomítico foi realizada a lanço em toda a extensão das unidades experimentais, colocando-se metade da dose antes da grade aradora e a outra metade foi incorporada na ocasião da segunda gradagem com grade niveladora, juntamente com a totalidade das doses de gesso.

Antes da implantação do experimento procede-se a caracterização química inicial do solo na camada de 0-20 cm de profundidade e os resultados encontram-se apresentados no quadro 1, cujos atributos foram determinados conforme metodologia descrita por Embrapa (1997).

Quadro 1. Resultados de análise química do solo antes da instalação do experimento

Atributos	pH	P	K	Ca+Mg	Al ³⁺	H+Al	CTC	V ⁽¹⁾	M ⁽²⁾
	(H ₂ O)	Mehlich-1	Mehlich-1						
	5,5	4	75	5,2	0,1	2,97	8,38	64,5	1,81

(1) V = saturação por bases. (2) m = saturação por alumínio

As avaliações dos atributos do solo após a aplicação dos tratamentos foram realizadas durante um ciclo agrícola (2015/2016), por meio da coleta de amostras de solo, retiradas nas seguintes profundidades: 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm. O procedimento de amostragem foi realizado dentro de cada parcela, com a retirada de amostras nos sulcos de adubação e nas entrelinhas, com deslocamento em zig-zag. A amostragem de solo foi realizada por meio da coleta de 20 amostras simples para compor a amostra composta.

As análises foram realizadas no laboratório de solos da Embrapa Amazônia Oriental, onde foram feitas as análises para determinação de pH em água, P disponível (Mehlich-1), Ca, Mg, K, Na e Al trocável, conforme procedimentos analíticos descritos por Embrapa (1997). A partir dessas determinações, foram realizadas as estimativas da saturação por bases e CTC.

Os resultados das avaliações dos atributos químicos do solo foram submetidos à análise de variância teste F ($p \leq 0,05$). Para as variáveis cujos efeitos principais e/ou interação foram significativos, procedeu-se a análise de regressão considerando as fontes de variação de doses de calcário e gesso. Para os resultados relativos às profundidades, procedeu-se a comparação das médias através do teste Scott-knott, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico utilizado foi Sisvar versão 5.6.

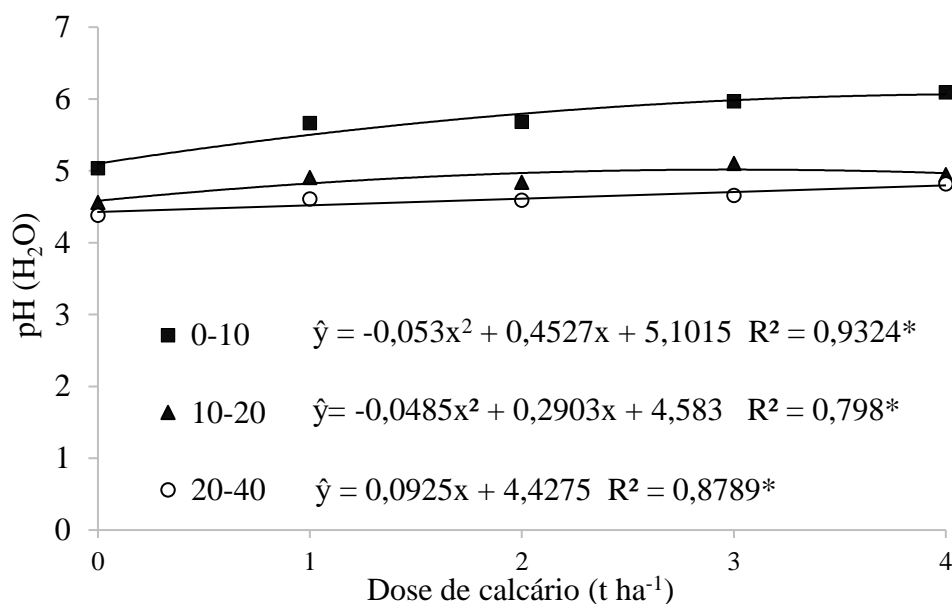
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. pH

A calagem promoveu aumento nos valores de pH tanto na camada superficial (0-10 cm) quanto em camadas mais profundas (10-20 e 20-40 cm), com efeito mais pronunciado na camada superficial (Figura 2). Tal resultado pode ser devido à baixa mobilidade do calcário

no solo restringindo sua ação ao local de aplicação (RODRIGHERO et al., 2015; NASCENTE; COBUCCI, 2015). Além disso, o processo de dissolução do calcário produz HCO_3^- e OH^- que neutralizam a acidez ativa, ou seja, a atividade dos íons H^+ na solução do solo o que proporciona o aumento do pH (NOVAIS et al., 2007). Outro fator importante é que os ânions de sua dissolução são consumidos pela reação com cátions ácidos como Al^{3+} , Mn^{2+} e Fe^{2+} (CAIRES et al., 2004), onde apenas uma pequena parte de partículas muito finas infiltram-se ao longo do perfil do solo.

Figura 2 – Valores de pH em função da aplicação de doses de calcário e diferentes profundidades de um Latossolo Amarelo distrófico.



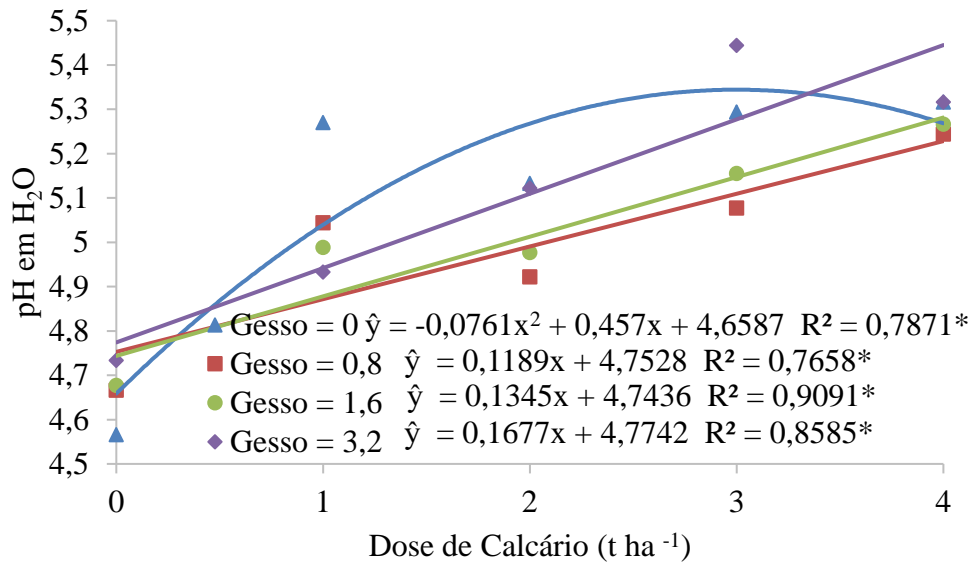
Fonte: elaborado pelo autor.

*Significativo a 1%

Houve efeito da interação entre doses de calcário em combinação com as doses de gesso para o pH. Observou-se que a maior dose de calcário (4 t ha^{-1}) combinada as doses de gesso ($1,6$ e $3,2 \text{ t há}^{-1}$) promoveram a maior elevação de pH aumentando seu índice de forma linear (Figura 3). A resposta quadrática do calcário com zero de gesso evidencia o efeito do calcário como corretivo. O gesso não corrige a acidez do solo por se tratar de um sal neutro (RAMOS et al., 2013), A resposta linear da interação calcário e gesso na elevação do pH é dada em função de uma reação de troca. A faixa de pH (H_2O) 5 a 5,5 caracteriza solos muito ácidos, nessa situação os óxidos de Fe e Al estão carregados positivamente (Meurer et al., 2007), e no momento da adição de gesso o SO_4^{2-} , produto de sua dissolução, desloca o OH^- através da reação de troca de ligantes neutralizando parcialmente a acidez do solo com

consequentemente aumento do pH (CAIRES et al., 2003 apud REEVE & SUMNER, 1972). Resultados semelhantes foram observados por Soratto & Crusciol (2008).

Figura 3 - Valores de pH em função da aplicação de doses de calcário e gesso em um Latossolo Amarelo distrófico.



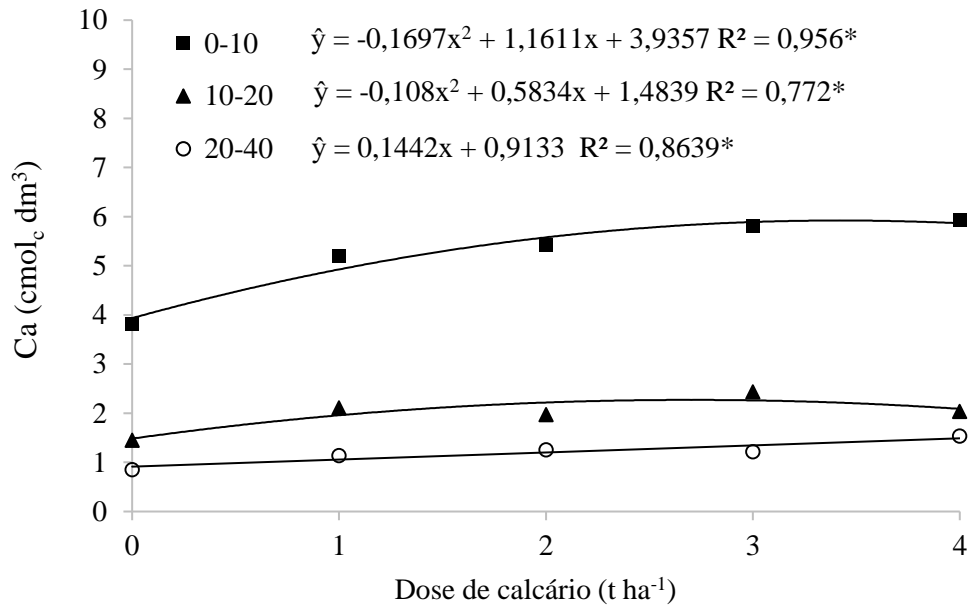
Fonte: elaborado pelo autor.

*Significativo a 1%

4.2. Ca²⁺

De modo geral, a adição de calcário proporcionou aumento dos teores de Ca²⁺ no solo. Ao observarmos as diferentes profundidades, verificou-se que o efeito foi pronunciado na camada 0-10 cm, com incremento de 2,1 cmol_c dm³ na maior dose de calcário (4 t ha⁻¹) (Figura 4). O gesso promoveu comportamento similar aumentando em 1,3 cmol_c dm³ os teores de Ca²⁺ na dose equivalente a 3,2 t ha⁻¹ na camada 0-10 cm, nas camadas subsequentes (10-20 e 20-40 cm) observou-se pouca variação dos teores de Ca²⁺ (Figura 5). O efeito tanto do calcário quanto de gesso no acréscimo de Ca²⁺ no solo é devido os mesmos apresentarem em sua composição 33,72% de CaO (SOUZA & BRAGANÇA, 2013) e 17 a 20 dag/kg de Ca (ALVAREZ et al., 1999), respectivamente. Portanto, no momento de sua dissolução disponibilizam o nutriente na solução do solo. Resultado semelhante foi observado por Pauletti et al. (2014) aplicando doses de gesso, observou acúmulo de Ca²⁺ na camada 0-10 independente do tratamento.

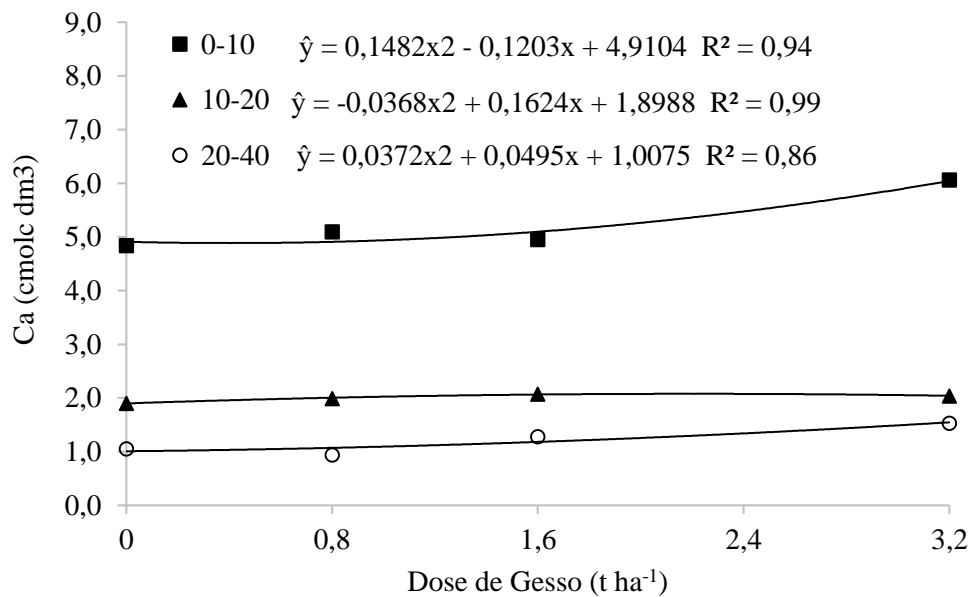
Figura 4- Valores de Ca em função de doses de calcário e profundidades de um Latossolo Amarelo distrófico.



Fonte: elaborado pelo autor.

*Significativo a 1%

Figura 5 – Valores de Ca em função de doses de gesso e profundidades de um Latossolo Amarelo distrófico.

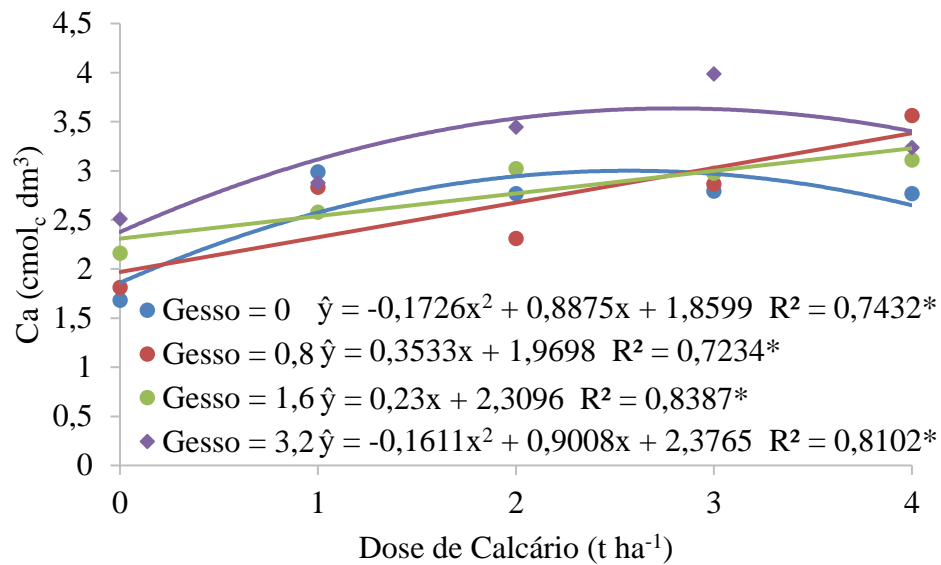


Fonte: elaborado pelo autor.

*Significativo a 1%

Houve interação significativa entre doses de calcário e gesso para o teor de Ca^{2+} . Por meio da figura 6 observou-se a combinação de ambos contribuíram na elevação do teor de Ca^{2+} com maior valor de Ca^{2+} obtido na dose máxima de gesso (3,2 t ha⁻¹) associada as doses crescentes de calcário.

Figura 6 - Valores de Ca^{2+} em função da aplicação de doses de calcário e gesso em um Latossolo Amarelo distrófico.

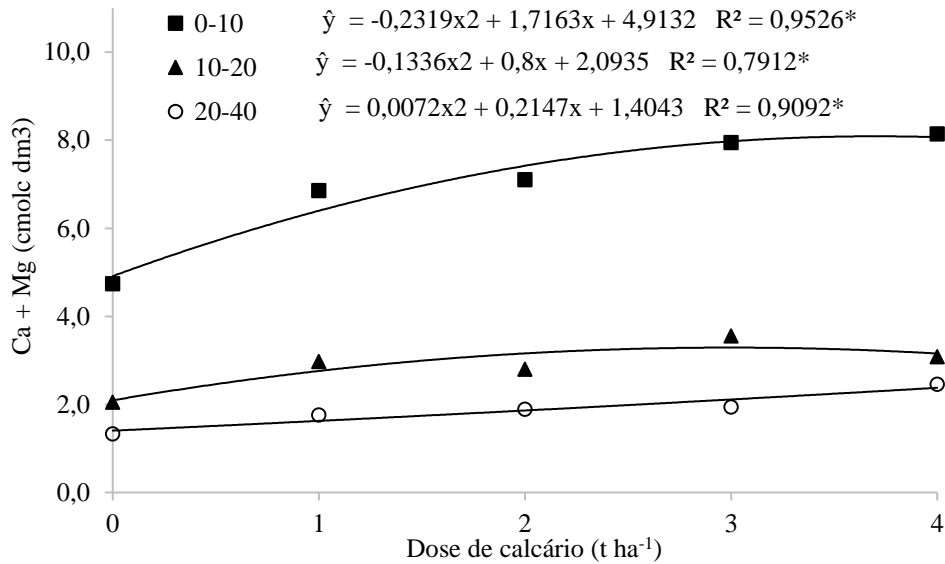


Fonte: elaborado pelo autor. *Significativo a 1%

4.3. Ca+Mg

Observou-se que, com o aumento das doses de calcário, houve acréscimo dos teores de Ca+Mg em todas as profundidades avaliadas. Na camada superficial os teores de Ca+Mg aumentaram de 4,7 para 8,1 cmol_c dm³, nas doses 0 (tratamento controle) e 4 t ha⁻¹ de calcário, respectivamente. Nas demais profundidades observou-se efeito semelhante, entretanto em menor magnitude com teores de Ca+Mg, aumentando de 2 para 3,1 cmol_c dm³ e 1,3 para 2,5 cmol_c dm³ nas profundidades de 10-20 e 20-40 cm, respectivamente, para os mesmos tratamentos (Figura 7). Os teores de Ca+Mg obtidos na camada 0-10 cm são considerados altos de acordo com Brasil & Cravo (2010), os quais classificam solos com alto teor de Ca+Mg valores acima de 6 cmol_c dm⁻³. O aumento no teor de Ca+Mg corrobora com o estudo de Soratto e Crusciol (2008), os quais observaram aumento dos teores destes nutrientes principalmente nas camadas mais superficiais do solo.

Figura 7 – Valores de Ca+Mg em função de doses de gesso e profundidades de um Latossolo Amarelo distrófico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

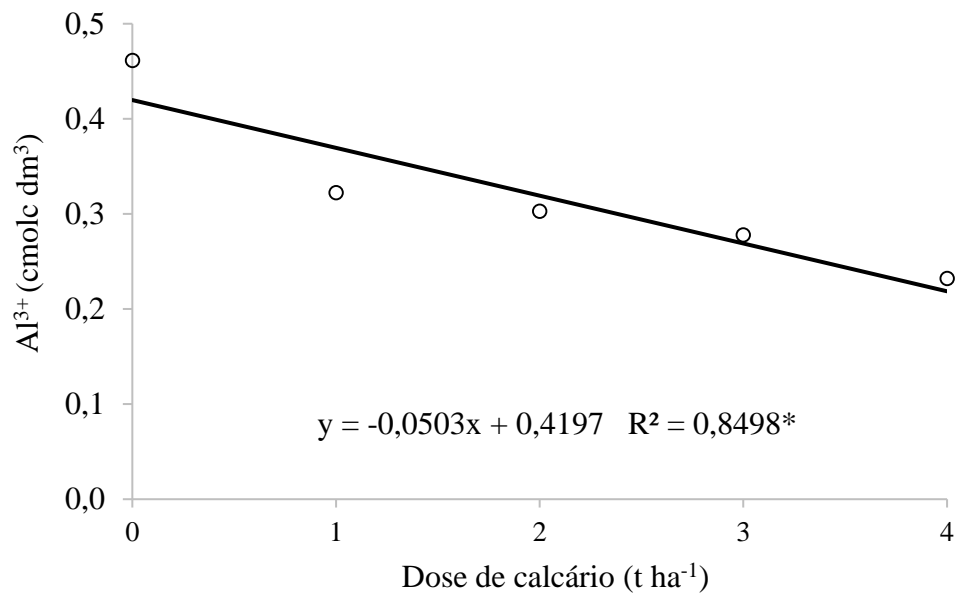
*Significativo a 1%.

4.4. Al³⁺

As doses de calcário reduziram linearmente os teores de Al³⁺ no solo (Figura 8). Tal resultado pode ser atribuído a redução da acidez do solo promovida pela ação corretiva do calcário. De acordo Souza et al. (2007), há uma relação inversa entre o teor de Al³⁺ e pH do solo, com o aumento do pH ocorre a precipitação do Al³⁺ na forma de oxihidróxidos de alumínio (Al(OH)₃) ao reagir com a OH⁻ presente na solução do solo.

Os teores de Al³⁺ aumentam com a profundidade (Figura 9), sendo a camada 0-10 cm que apresentou o menor valor de Al (1,2 e cmol_c) e a camada 20-40 cm o maior (4,9 1,2 e cmol_c). Independente das camadas avaliadas, o teor de Al³⁺ manteve-se abaixo de 5 cmol_c dm³, esse teor conforme Brasil e Cravo (2010), é considerado baixo, demonstrando o efeito positivo do calcário na redução da atividade do Al³⁺ na solução do solo.

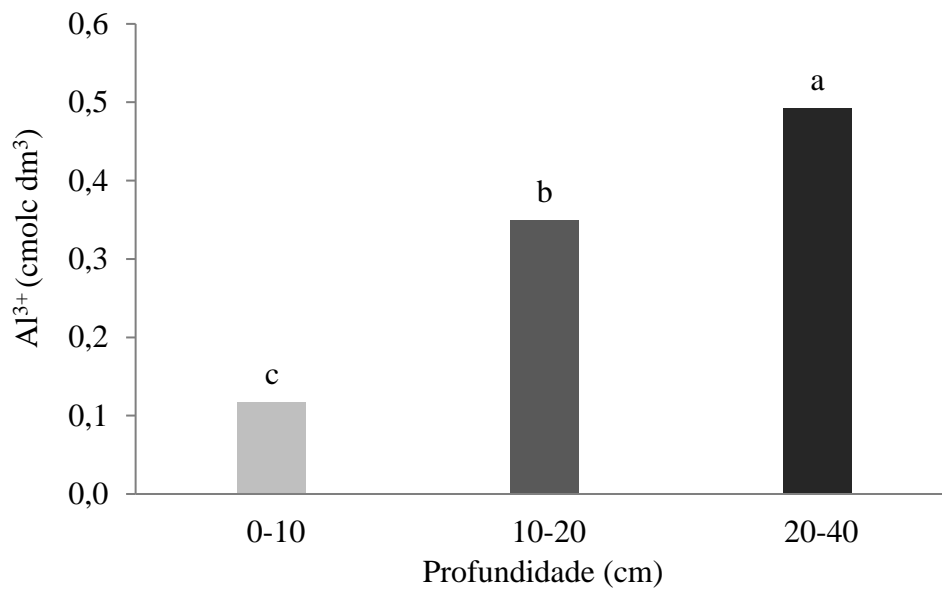
Figura 8 - Valores de Al^{3+} em função de doses de calcário de um Latossolo Amarelo distrófico.



Fonte: elaborado pelo autor.

*Significativo a 1%.

Figura 9 - Valores de Al^{3+} em função de da profundidade de um Latossolo Amarelo distrófico.



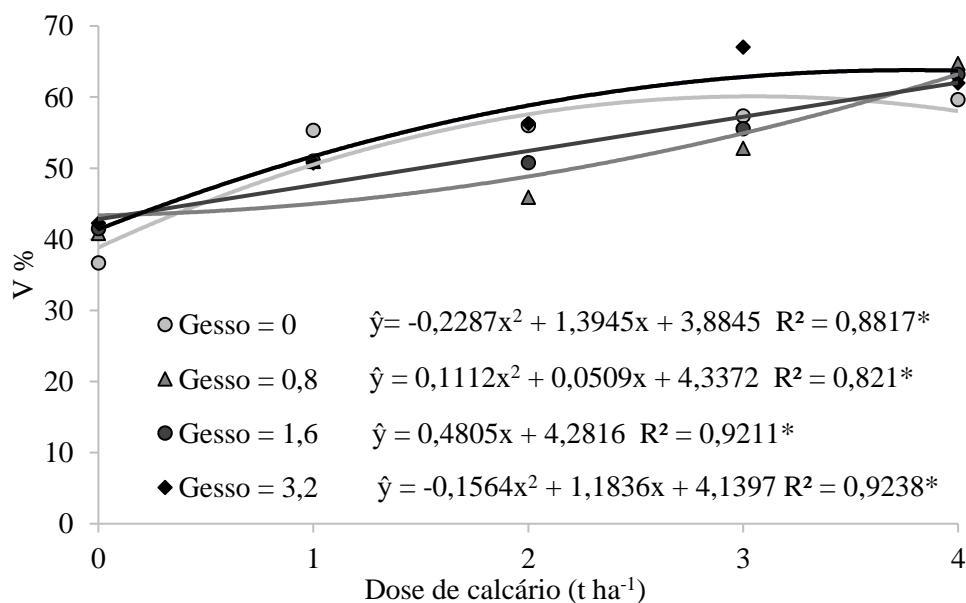
Fonte: elaborado pelo autor.

4.5. V%

A interação de doses de calcário versus doses de gesso influenciou significativamente a V% do solo (Figura 10). Observou-se que a aplicação da maior dose de calcário (4 t ha⁻¹), independentemente da dose de gesso, promoveu os maiores valores de V%, sendo estes sempre superiores a 60%, ou seja, mais de 60% dos sítios de troca das cargas negativas das superfícies dos colóides estão ocupadas por cátions como Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, em detrimento a cátions de caráter ácido como o Al³⁺ e H⁺. Ademais, o maior efeito do calcário na V% deve-se ao fato do mesmo fornecer Ca e Mg ao solo, os quais segundo Silva et al. (2007) contribuem para o aumento da soma de bases e elevação da V% do solo e que conforme o mesmo autor, pode também ser consequência da redução do Al³⁺ e da acidez ativa (H⁺) e potencial (Al+H) do solo.

Os menores valores de V% observados nas doses 0,8 e 1,6 t ha⁻¹ de gesso combinadas as doses 1, 2 e 3 t ha⁻¹ de calcário, pode ser explicado devido o gesso atuar na movimentação ao longo do perfil de bases como o Mg associado ao SO₄²⁻ (SOUZA et al 2007), porém, Soratto & Crusciol (2008) observou que a calagem reduziu a perda de Mg pela adição de gesso no solo, segundo o mesmo, com o aumento da dose de calcário, aumenta-se também a quantidade de Ca adicionada no solo, o que promoveria sua rápida associação com o íon SO₄²⁻ podendo reduzir a movimentação do Mg tornando possível sua maior lixiviação.

Figura 10 – Valores de saturação por base em função da aplicação de doses de calcário e gesso em um Latossolo Amarelo distrófico.



Fonte: elaborado pelo autor.

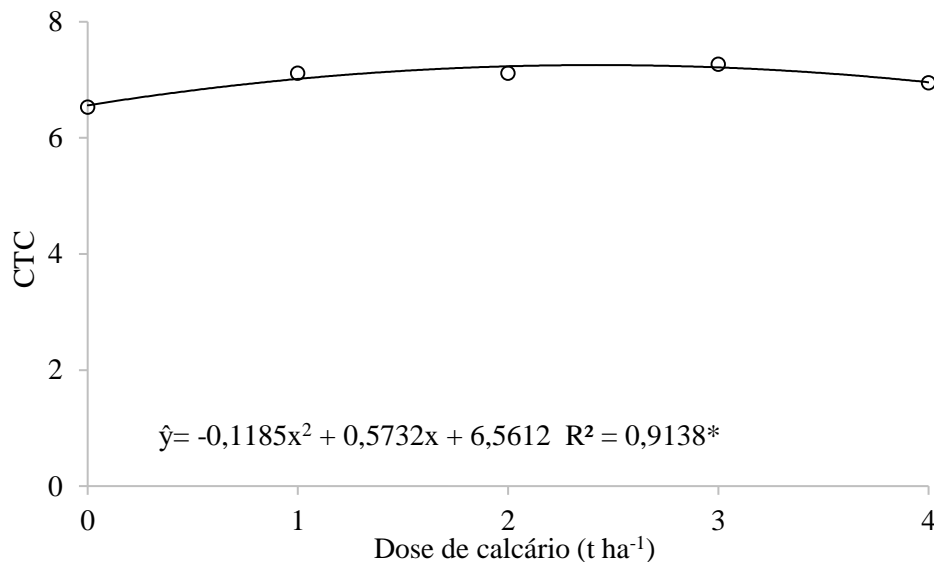
*Significativo a 1%.

4.6. CTC

Houve efeito isolado de calcário e gesso para a CTC. Verificou-se que tanto o calcário quanto o gesso promoveram aumento da CTC do solo.

O modelo quadrático foi o que melhor representou o efeito do calcário sobre a CTC do Solo (Figura 11). O aumento da CTC com o incremento das doses de calcário de ser resultado da ação do produto de sua dissolução que neutraliza os sítios de cargas positivas dos oxihidróxidos de Fe e Al reduzindo a adsorção de fosfatos, também gera no solo cargas negativas que aumentam a retenção de cátions propiciando a melhora da CTC_{efetiva} (SOUSA et al., 2007).

Figura 11- Valor CTC do em função da aplicação de doses de calcário em um Latossolo Amarelo distrófico.

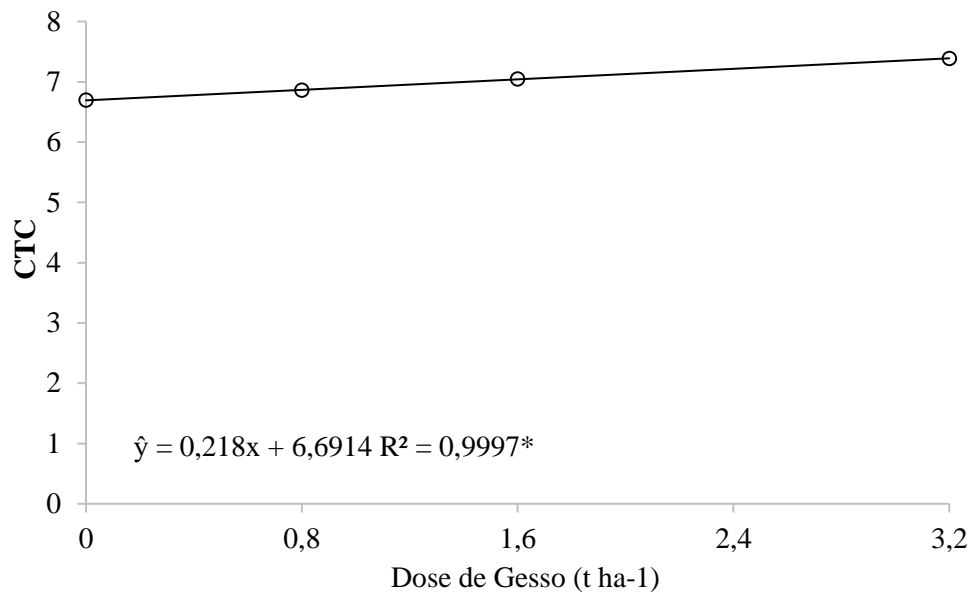


Fonte: elaborado pelo autor.

*Significativo a 1%.

Em relação ao efeito do gesso sobre a CTC do solo. Observou-se aumento da CTC em função do aumento das doses de gesso. O gesso além de fornecer Ca²⁺ atua na neutralização do Al³⁺ pela formação de par iônico com o SO₄²⁻, o que favorece o aumento da CTC do solo. Seja pelo aumento da atividade do Ca²⁺ ou pela diminuição do Al³⁺ nos sítios de troca catiônica do solo (ZAPPAROLI et al., 2013).

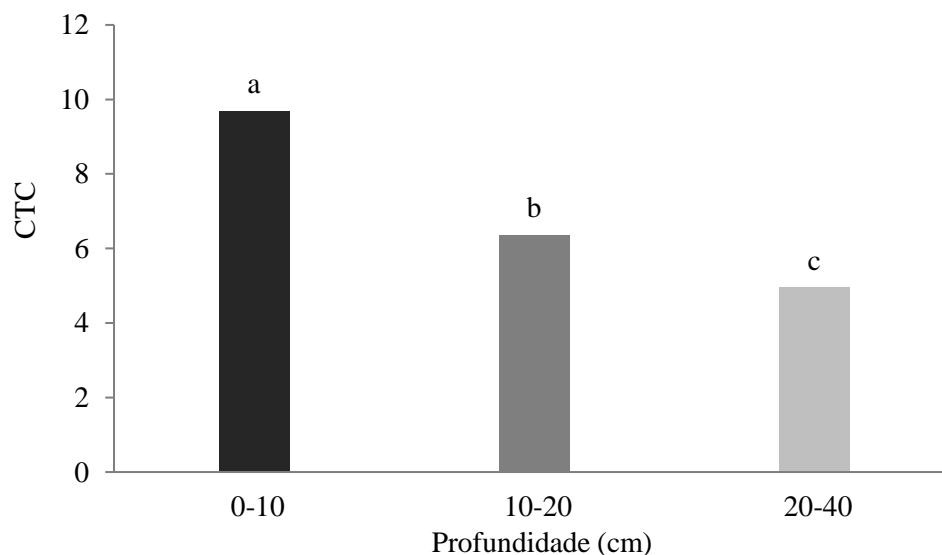
Figura 12 – Valores de CTC em função da aplicação de doses de gesso em um Latossolo Amarelo distrófico.



Fonte: elaborado pelo autor.

Em relação a CTC em função da profundidade, verificou-se que com o aumento da profundidade a CTC diminui significativamente (Figura 13). O maior valor de CTC nas camadas 0-10 e 10-20 cm (camada arável do solo) pode ser atribuída a maior teor de MO, maior índice de pH e cátions como Ca, Mg que contribuem direta e indiretamente para o aumento da CTC do solo (Meurer et al., 2010).

Figura 13 – Valores de CTC em diferentes profundidades de um Latossolo Amarelo distrófico.



Fonte: elaborado pelo autor

5. CONCLUSÃO

1. O efeito do calcário nos atributos químicos do solo e conseqüentemente na fertilidade do solo foi mais pronunciado na camada 0-10 cm.
2. A combinação de calcário + gesso, aplicados simultaneamente, propiciaram elevação do pH, incremento dos teores de Ca e aumento da V% do solo.
3. O calcário na ausência de gesso aumentou os teores de Ca+Mg, CTC e diminuiu os teores de Al^{3+} .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, L.W.R; CARVALHO, E.J.M; SILVA, L.G.T. Diagnóstico agrícola do município de Paragominas, PA. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 26 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento/ Embrapa Amazônia Oriental; 91).
- ALLEONI, L.R.F.; CAMARGO, O.A.; CASAGRANDE, J.C. SOARES, M.R. Química dos solos altamente intemperizados. In: MELO V.F. ALLEONI, L.R.F. Química e mineralogia do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.2.p.381-447, 2009.
- BEARE, M.H.; CABRERA, M.L.; HENDRIX, P.F.; COLEMAN, D.C. Aggrsoil egateprotected and unprotected organic matter pools in conventional- and no-tillage soils. **Soil Science Society of America Journal**, 58, p. 787-795, 1994.
- BRASIL, E.C; CRAVO, M.S. Interpretação dos Resultados de Análise de Solo. In: CRAVO, M.S; VIÉGAS, I.S.M; EDILSON, C. B. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. 1a ed. rev. atual. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 262p., 2010.
- CAIRES, E.F.; CHUEIRI, W.A.; MADRUGA, E.F.; FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 22, p.27-34, 1998.
- CAIRES, E.F.; BANZATTO, D.A. & FONSECA, A.F. Calagem na superfície em sistema plantio direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 24, p.161-169, 2000.
- CAIRES, E.F.; FELDHAUS, I.C. & BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. **Bragantia**, v 60, p.213-223, 2001.
- CAIRES, E. F; BLUM, V; BARTH, G; GARBUIO, F. J; KUSMAN, M. T. Alterações Químicas do Solo e Resposta da Soja ao Calcário e Gesso Aplicados na Implantação do Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 27, p.275-286, 2003.
- CAIRES, E. F.; KUSMAN, M. T.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; PADILHA, J. M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.125-136, 2004.
- CAIRES, E.F. Correção da acidez do solo em sistema plantio direto. **International plant nutrition institute**, Piracicaba-SP, 2013. 13p. (IPNI. Circular técnico, 141).

CRAVO, M.S; SMYTH, T.J; BRASIL, C.B. Calagem em Latossolo Amarelo Distrófico da Amazônia e sua Influência em Atributos Químicos do Solo e na Produtividade de Culturas Anuais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v 36, p. 895-907, 2012.

FARIA, C.M.B.; COSTA, N.D.; FARIA, A.F. Ação de calcário e gesso sobre características químicas do solo e na produtividade e qualidade do tomate e melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p.615-619. 2003.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2^o Ed. Lavras: UFLA / FAEPE, p. 155, 2005.

GIASSON, E. Introdução ao Estudo dos Solos. In: MEURER, E.J., **Fundamentos de Química do Solo**. 4^a Ed./Egon José Meurer, Editor. Porto Alegre: Evangraf, p. 11-27, 2010.

GOULART, A.C.P. O Sistema Plantio Direto e as doenças de plantas. 2009. Artigo em Hypertexto.Disponívelem:<http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/SPDdoencas/index.htm>. Acesso em: 17/12/2017.

INDA JR., A.B; KLAMT, E; NASCIMENTO, P.C. Composição da fase sólida mineral do solo In: MEURER, E.J., **Fundamentos de Química do Solo**. 4^a Ed./Egon José Meurer, Editor. Porto Alegre: Evangraf, p. 29 -56. 2010.

LOPES, A.S.; WIETHÖLTER, S.; GUIMARÃES, L.R.G.; SILVA, C.A. Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo, **Associação Nacional para Difusão de Adubos**, 115p, 2004.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 5^a Ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, p. 292, 1989.

MEURER, E.J.; BISSANI, C.A.; CARMONA, F.C. Solos Ácidos e Solos Afetados por Sais. In: MEURER, E.J., **Fundamentos de Química do Solo**. 4^a Ed./Egon José Meurer, Editor. Porto Alegre: Evangraf, p. 149-166, 2010.

MEURER, E.J. Fatores que influenciam o Crescimento e o Desenvolvimento das Plantas. In: Novais, R. F.; Alvares. V.V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B.; Neves, J.C.L. (Ed). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 66-86. 2007.

MEURER, E.J.; RHEINHEIMER, R.D; BISSANI.C.A. Fenômenos de Sorção em solos. In: MEURER, E.J., **Fundamentos de Química do Solo**. 4^a Ed./Egon José Meurer, Editor. Porto Alegre: Evangraf, p. 107-147, 2010.

MEURER, E.J; ANGHINONI. A Solução do Solo. In: MEURER, E.J., **Fundamentos de Química do Solo**. 4ª Ed./Egon José Meurer, Editor. Porto Alegre: Evangraf, p. 85-104, 2010.

NASCENTE, A.S; COBUCCI, T. Calcário na forma de micropartículas aplicado no sulco de semeadura aumenta produtividade do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n.6, p. 597-606, 2015.

NOVAIS, R.F; MELO J.W.V. Relação Solo-Planta In: Novais, R. F.; Alvares. V.V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B.; Neves, J.C.L. (Ed). Fertilidade do Solo. Viçosa, MG; **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007.

POTTKER, D.; BEN, J.R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 22, p.675-684, 1998.

RAIJ, B.V. Avaliação da fertilidade do solo. 2 Ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato: **Instituto Internacional da Potassa**, 142 p.1981.

RAMOS, B.Z; TOLEDO, J.P.V.F; LIMA, J.M; SERAFIM, M.E; BASTOS, A.R.R; GUIMARÃES, P.T.G; COSCIONE, A.R. Doses de Gesso em Cafeeiro: Influência nos Teores de Cálcio, Magnésio, Potássio e pH na Solução de um Latossolo Vermelho Distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 37, p. 1018-1026, 2013.

RODRIGHERO, M.B; BARTH, G; CAIRES, E.F. Aplicação Superficial de Calcário com Diferentes Teores de Magnésio e Granulometrias em Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, V 39, p.1723-1736. 2015.

SALTON, J.C; HERNANI, L.C.; FONTES. Sistema Plantio Direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa-SPI; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 248p.; (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

SILVA, M.A.C; NATALE, W; PRADO, R.M; CORRÊA, M.C.M; STUCHI, E.S. ANDRIOLI, I. Aplicação Superficial de Calcário em Pomar de Laranja Pêra em Produção. **Revista Brasileira de Fruticultura.**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 3, p. 606-612, 2007.

SILVA, N.M; RAIJ, B.V; CARVALHO, L.H; BATAGLIA, O.C; KONDO; J.I. Efeitos do Calcário e do Gesso nas Características Químicas do Solo e na Cultura do ALGODÃO. **Bragantia**, vol. 56 n. 2 Campinas 1997.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 32, p. 675-688, 2008.

SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: Novais, R. F.; Alvares. V.V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B.; Neves, J.C.L. (Ed). Fertilidade do Solo. Viçosa, MG; **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 205-264, 2007.

SOUZA, F; BRAGANÇA, S. R. Caracterização Tecnológica de um Calcário Dolomítico In Natura, Calcinado e Sulfatado como meio Dessulfurante. *Cerâmica* [online]. 2013, vol.59, n.350, pp.331-337. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ce/v59n350/20.pdf> >. acesso em: 02 jan. 2018.

VELOSO, C.A.C.; BOTELHO, S.M.; RODRIGUES, J.E.L.F. Correção da Acidez do Solo. In: CRAVO, M.S.; VIÉGAS, I.J.M. BRASIL, E.C. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará**. 1ª ed. rev. atual. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, p. 93 – 105, 2010.

ZAPPAROLI, F.A.; BONADIO, M.L.; GOMES, C.J.A.; NASCIMENTO, D.M.D.; MARCHIONE, M.S.; BERNA, R. CASTRO, A.M.C. Associação calcário e gesso na cultura da soja e nas características químicas do solo com alta saturação em alumínio. Cascavel, **cultivando o Saber**, v. 6, n. 4, p. 74- 84, 2013.

ZANDONÁ, R.R; BEUTLER, A.N; BURG, G.M; BARRETO, C.F; SCHMIDT, MR. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**., Goiânia, v. 45, n. 2, p. 128-137, 2015.