

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

DOUGLAS MARCOLIN

**EFEITO DE DIFERENTES CORRETIVOS DA ACIDEZ:  
CALCÁRIO LÍQUIDO E CALCÁRIO SÓLIDO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2015

**DOUGLAS MARCOLIN**

**EFEITO DE DIFERENTES CORRETIVOS DA ACIDEZ:  
CALCÁRIO LÍQUIDO E CALCÁRIO SÓLIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor.

DOIS VIZINHOS

2015

M321e Marcolin, Douglas.  
Efeito de diferentes corretivos de acidez: calcário líquido e calcário sólido / Douglas Marcolin – Dois Vizinhos :[s.n], 2015.  
32f.

Orientador: Laércio Ricardo Sartor  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de  
Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2015.  
Bibliografia p.27-32

1.Solos-correção. 2.Solos- acidez 3.Calcário  
I.Sartor,Laércio Ricardo, orient. II.Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos.  
III.Título

CDD: 631.42

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos

## RESUMO

MARCOLIN, Douglas. **Efeitos de diferentes corretivos de acidez: Calcário líquido e calcário sólido**. 2015. 32 f. Trabalho de conclusão de curso II (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2015.

Este trabalho traz como objetivo principal é verificar o calcário sólido e calcário líquido na correção do solo em profundidade. Também verificar a reação do calcário líquido no solo, averiguar a relação do calcário calcítico com o gesso agrícola e observar a reação do gesso no solo. Sendo que a calagem é uma das técnicas mais adequadas para fornecer cálcio e magnésio ao solo e também elevar o pH e reduzir a acidez, Alumínio e Ferro, e consiste na liberação de outros nutrientes. Para melhorar a eficiência desses calcários o gesso agrícola ele tem intuito de neutralizar também a toxicidade do Al e integrar o Ca ao solo, mas ele tem o diferencial por atuar em maiores profundidades. Em relação ao calcário líquido pouco estudo, mas ele tem suas vantagens nos aspectos práticos, sendo a melhor aplicação e menor uso de mão de obra. O experimento foi conduzido no município de Dois Vizinhos, trata-se de um experimento em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, parcelas de 5 x 5 m, sendo coletadas amostras de solo em 0-2,5; 2,5-5; 5-10; cm de profundidade. Foram avaliados os atributos químicos do solo como pH, Ca e Mg, e a altura de plantas após 90 dias do plantio. O calcário calcítico podemos dizer que é uma boa fonte Ca e um bom corretivo de acidez. O Calcário líquido não apresenta modificações nos teores de Ca, Mg e pH aos 60 dias após sua aplicação. Calcário calcítico + gesso pode elevar gradativamente as quantidades de Mg em maiores profundidades, proporcionando que plantas se desenvolvam em maiores profundidades. O gesso agrícola quando utilizado sozinho, não apresenta melhorias significativas ao solo aos 60 dias após a sua aplicação.

**Palavras-chave:** Calagem, Calcário Líquido, Acidez, pH.

## ABSTRACT

MARCOLIN, Douglas. **Effects of different acidity correctives: liquid Limestone and limestone solid.** 2015. 31 f. monography II (Forest Engineering). Federal Technological University of Paraná. 2015.

This work has as its main objective is to verify the solid limestone and limestone soil correction fluid in depth. Also check the reaction of the liquid limestone in the soil, check the relationship of the calcítico limestone with the agricultural gypsum and observe the reaction of the plaster in the soil. Being that the setting is one of the most appropriate techniques to provide calcium and magnesium to the soil and also raise the pH and reduce the acidity, aluminum and iron, and consists in the release of other nutrients. To improve the efficiency of these calcareous plaster he has aim of agricultural neutralize the toxicity of Al and integrate the Ca to the ground, but he has the differential for acting in greater depths. In relation to the liquid limestone little study, but it has its advantages in practical aspects, being the best application and less use of manpower. The experiment was conducted in the municipality of Dois Vizinhos, This is an experiment in completely randomized design with four replications, plots of 5 x 5 m, being collected soil samples in 0-2.5; 2.5 -5; 5-10; cm deep. We evaluated the chemical soil attributes such as pH, Ca and Mg, and plant height after 90 days from planting. The limestone we can say that calcítico is a good source Here and a good concealer of acidity. Liquid limestone does not show changes in the levels of Ca, Mg and pH to 60 days after your application. Limestone calcítico + plaster can raise gradually the quantity of Mg in greater depths, providing what plants to develop in greater depths. The agricultural gypsum when used alone, does not provide significant improvements to the soil to 60 days after their application.

**Keywords:** Lime, Limestone Liquid, acidity, pH.

### **Dedico esse trabalho**

Primeiramente a Deus, que sempre me conduziu. A minha família que me apoiou e me deu a oportunidade de estar aqui, principalmente ao meu pai Claudio J. Marcolin e minha mãe Dilva C. Marcolin, aos meus irmãos Renan Marcolin e Regis Marcolin e a grandes amigos de faculdade.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor, pela orientação, ajuda e compreensão.

A banca pelo tempo disponível para correção e contribuições, Eng. Tiago Luis Habitzreiter, Prof. Dr. Paulo Fernando Adami e ao Prof. Dr. Carlos Alberto Casali.

A minha família por acreditar em meus estudos, sempre me apoiando e auxiliando.

Aos amigos de faculdade pelo companheirismo nessa caminhada, sempre tentando fazer o melhor, especialmente ao Jeferson Malagi, Michel Fernando Baggio e Pedro Henrique pelo ajuda prática. E a outros parceiros de turma que me apoiaram nesse trabalho.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
3.1 CALCÁRIO SÓLIDO .....	12
3.2 CALCÁRIO LÍQUIDO .....	12
3.3 GESSO AGRÍCOLA.....	13
3.4 REATIVIDADE DOS CORRETIVOS DE ACIDEZ DO SOLO .....	14
3.5 RESPOSTA DE EUCALIPTO E PINUS A CORREÇÃO DE ACIDEZ DO SOLO	15
<b>4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS</b> .....	<b>16</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO ESTUDADA.....	16
4.2 TRATAMENTOS.....	16
4.3 PROGRAMAS UTILIZADOS .....	20
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>21</b>
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>27</b>



## 1 INTRODUÇÃO

As espécies florestais vêm sendo utilizadas para vários usos, por isto os produtores rurais estão adotando a pratica de plantio e utilização da madeira, sendo como exemplo para: lenha, estacas, moirões entre outros. Esses plantios normalmente são efetuadas em lugares onde o solo é acido e de baixa fertilidade, pH abaixo de 5,0, e o alumínio (Al) esta em grandes quantidades, podendo ocorrer toxidez e interferir na absorção de nutrientes minerais, crescimento e desenvolvimento das plantas (JURADO & NEVES, 2001).

A correção de solo se torna uma prática importantíssima para a implantação de culturas, portanto vem com o proposito de melhorar o sistema radicular das plantas, fazendo que explorem maior volume de solo, e a planta absorva maiores quantidades de água e nutrientes, fazendo que haja melhor desenvolvimento (NOLLA, 2004).

A calagem é uma das técnicas mais adequadas para fornecer cálcio (Ca) e magnésio (Mg) ao solo, sendo que é também economicamente mais viável (WERNER, 1994). Ela possui outras funções ao solo, como elevar o pH e reduzir a acidez, Al e Ferro (Fe) , e consiste na liberação de outros nutrientes, notavelmente o fosforo(P) (FERNANDES et al., 2003).

A calagem também depende praticamente de três fatores para que haja um bom desempenho, dentre eles, aplicação correta, características do produto e dosagem adequada, sendo que a dosagem é estabelecida na analises de solos, assim e relevado a critérios técnicos de recomendação. Em relação as características dos produtos, há vários tipos no mercado e efeitos diferentes, sendo que cada tem melhor ação em cada caso. Já se não houver uma aplicação correta, nada vai adiantar ter uma boa dosagem e uma boa característica do produto (ALCARDE 1992).

Para complementação do calcário, esta sendo utilizado o gesso agrícola ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), ele também tem como intuito de diminuir o toxidade do Al e integrar o Ca ao solo, mas ele tem o diferencial por atuar em maiores profundidades (Ritchey et al., 1980; Braga et al., 1995; Dias et al., 1994; Farina et al., 1988; Ernani, 1986; Ernani et al., 1993; Silva et al., 1998). Sendo que o gesso acarreta a mobilidade

vertical dos cátions (Ernani, 1986; Caires et al., 1998), mas também a maior solubilidade em comparação ao calcário.

Em relação ao calcário líquido a pouco estudo, sendo conhecido apenas que esse produto é aplicado via pulverizadores, sendo melhor aplicação em relação a outros corretivos.

Portanto, o presente estudo é de grande valor, pois há uma grande dúvida sobre os efeitos do calcário líquido, e terá maior valia na hora da aplicação desses corretivos, tendendo melhorar o desempenho de plantios florestais.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é verificar a eficiência de diferentes fontes de Cálcio, na correção de pH e Al do solo em profundidade, sendo utilizado calcário sólido e calcário líquido.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a reação do calcário líquido no solo.
- Averiguar a interação do calcário calcítico com o gesso agrícola.
- Observar a reação do gesso no solo.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CALCÁRIO SÓLIDO

Segundo Raij (2008), os calcários são formados de sais alcalinos  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$ , sendo que o componente  $\text{CO}_3^{3-}$ , que é um ânion carbonato, apresenta como função de ser um receptor de prótons, convertendo em água e gás carbônico, através do íon  $\text{H}^+$ .

A grande maioria dos solos Brasileiros são ácidos, apresentam pH inferior a 5,5, não possui uma boa capacidade de troca de cátions e possuem elevada saturação de alumínio (RAIJ, 2011). Isso acarreta a redução de disponibilidade de nutrientes como o cálcio, magnésio e o potássio e aumentando elementos tóxicos para as plantas, como o alumínio e manganês (FRANCHINI et al., 2001).

A falta de disponibilidade desses nutrientes compromete diretamente no desenvolvimento das plantas, apresentando um desequilíbrio nutricional, portanto a acidez do solo é umas das principais causas de redução de produtividade (QUAGGIO et al., 1993).

Na agricultura a praticamente dois tipos de calcários, sendo os calcíticos com maior concentração de óxido de cálcio e baixo teor de óxido magnésio, (abaixo de 5%). Já o domolimito apresenta maior com concentração de óxido de cálcio e magnésio.

#### 3.2 CALCÁRIO LÍQUIDO

Segundo dados fornecidos pelo fabricante o calcário líquido é fertilizante mineral misto, sendo óxido de cálcio e magnésio, onde possui um diferencial por apresentar nanopartículas na sua composição. Essa característica possui maior superfície de contato, promovendo a melhor reatividade.

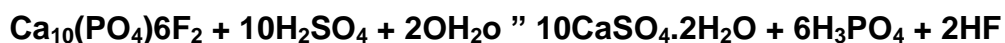
Apresenta efeito no solo, como outros corretivos de solo, como neutralizar o alumínio tóxico, elevar pH, aumentar CTC do solo, e disponibiliza Ca e Mg para as

plantas. Deve ser aplicado via solo, com pulverizadores, para melhor uniformização, onde deve ser diluído em água conforme recomendações, podendo ser aplicado em qualquer época do ano.

O produto possui uma garantia de 17,5% de cálcio (297,5 g/L), CaO 24,5 %, de magnésio 6,0% (102,0 g/L), MgO 9,95%. Uma densidade de 1,70 Kg/L.

### 3.3 GESSO AGRÍCOLA

Segundo Paparotte & Maciel (2006), o gesso é originado do ácido sulfúrico sobre a rocha fosfatada, realizada com o fim de produzir ácido fosfórico, isto quer dizer que o gesso é subproduto da fabricação do  $H_3PO_4$  conforme a reação:



Ele está sendo recomendado para áreas onde há altos teores de Alumínio e baixos teores de Cálcio, principalmente em camadas sub superficiais, abaixo de 20 cm de profundidade do solo, sendo que dissolve facilmente com água nas camadas aráveis do solo. Segundo Alcarde e Rodella (2003) ele proporciona alta mobilidade no solo, também disponibiliza íons  $Ca^{2+}$  e  $SO_4^{2-}$  em profundidade, assim diminuindo os teores de  $Al^{3+}$ .

O gesso agrícola, através do íon sulfato, tem o poder de promover que bases, como Magnésio (Mg) e Potássio (K) sejam carregadas para camadas mais profundas (Silva et al., 1997; Caires et al., 2003). Porém quando utilizado em doses elevadas podem acarretar perdas no solo, sendo a lixiviação o principal processo, onde o Mg é o que tem resposta a essas perdas (CARVALHO et al., 1986; CAIRES et al., 1999a; ERNANI et al., 2001).

A utilização de calcário com o gesso, resultará em uma maior eficiência no sistema de abrangência radicular das plantas, com relação a utilização de um produto somente, assim a junção é uma boa técnica de complementação do gesso agrícola para o calcário (SALDANHA et al. 2007).

Uma das alternativas para o uso do gesso é a utilização pela área de abrangência, fazendo com que haja um maior desenvolvimento do sistema radicular

das plantas, além de não necessitar fazer uma incorporação do calcário utilizado com o mesmo (CAIRES et al., 2003).

### 3.4 REATIVIDADE DOS CORRETIVOS DE ACIDEZ DO SOLO

O Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT), é condicionado pela junção do poder de neutralização (PN) e reatividade (RE), são importantes para se obter as características de ação do corretivo, quando isoladas elas não possuem uma avaliação concreta do mesmo (BELLINGIERI et al, 1988). É obtido pela equação:

$$\text{PRNT} = \frac{\text{PN} \times \text{RE} (\%)}{100}$$

Segundo Alcarde (2005) a reatividade de um corretivo, esta ligada a velocidade que o mesmo reage no solo, neutralizando a acidez, sendo que ela esta ligada com as condições de solo, clima, natureza química e granulometria. Condições de solo e climáticas, estão relacionadas com temperatura e umidade, sendo, quanto maior são, e maior acidez do solo, maior será reatividade do corretivo. A natureza química mostra que as bases fortes reagem mais que as bases fracas. Já a granulometria apresenta que quanto mais fino o corretivo, terá maior teor de reatividade (BELLINGIERI et al., 1989; ALCARDE et al., 1989).

A granulometria esta diretamente relacionada ao tamanho das partículas que compõe o calcário, sendo elas um condicionante para a neutralização da acidez do solo, uma vez que a velocidade de neutralização depende da área superficial do corretivo em contato com o solo. Portanto, quanto mais fino o calcário, mais rápido reagira no solo e melhor será a sua utilização. (ALCARDE et al., 1989;).

A reatividade não interfere diretamente na eficiência do corretivo, mas sim reflete na qualidade do mesmo, assim influenciando nas frações não trocáveis de Ca e Mg, que interfere na correção do solo, que não foram dissolvidas (RAIJ et al., 1982; QUAGGIO et al., 1982, 1995).

### 3.5 RESPOSTA DE EUCALIPTO E PINUS A CORREÇÃO DE ACIDEZ DO SOLO

O cálcio é o segundo elemento mais absorvido pelas espécies florestais, quando a retirada do tronco uma exportação de 75 % do mesmo, portanto quando há vários anos de cultivo, pode haver a deficiência desse nutriente (SANTANA et al., 2008). Além dessa retirada, quando a falta de Ca e Mg pode ocorrer um desequilíbrio nutricional nas palnatas.

As espécies florestais mais plantadas para fins industriais, pode ser considerado o eucalipto e pinus, porem são plantadas em solos, aonde apresentam alto teor de intemperismo e lixiviação, acarretando a baixa liberação de nutrientes.

O eucalipto no Brasil ocupa áreas em que os solos são de baixa fertilidade (BARROS e NOVAIS, 1996). Sendo a correção indispensável para manter uma boa produtividade, além de proporcionar maiores teores de Ca e Mg nos solos do que a correção do pH, sendo esses nutrientes utilizados pelas planta.

O cultivo de pinus esta relacionado a cuidados com manutenção do solo, sendo que sua produção é afetada pelo mau manejo (ZOBEL, 1983). Mesmo sendo pouco exigente a fertilidade, ele respondera a fatores que por virem do solo, e condições edáficas, (BALLONI (1984), MENEGOL (1991) e LASO GARICOITS (1990)).

## 4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO ESTUDADA

O experimento foi conduzido no município de Dois Vizinhos, localidade Santa Lúcia na propriedade particular de Laercio Ricardo Sartor, esta mesma esta localizada na região sudoeste do Paraná, na microrregião de Francisco Beltrão, com altitude aproximada de 560 m ao nível do mar, sendo a latitude  $25^{\circ}42'52''$  S, e longitude  $53^{\circ}03'94''$  W.

A região possui clima "Cfa" segundo classificação de Köppen, possuindo estações do ano bem definidas, com temperaturas médias de  $22^{\circ}\text{C}$  nas estações mais quentes, e nos meses onde é mais frio, chegando ao máximo a  $18^{\circ}\text{C}$ , obtendo uma pluviosidade media de 1730 mm, tendo uma variação entre meses mais chuvosos e mais secos de 104 mm.

O solo da região que predominam latossolo Vermelho distroférico úmbrico, com fase florestal subtropical e possuindo terrenos ondulados (BHERING et al., 2008).

### 4.2 TRATAMENTOS

Para elaboração do projeto foi necessário uma análise de solo, para constatar uma área que possuía uma quantidade de alumínio trocável considerável, baixo pH e saturação por bases, para assim poderemos observar as reações dos produtos utilizados.

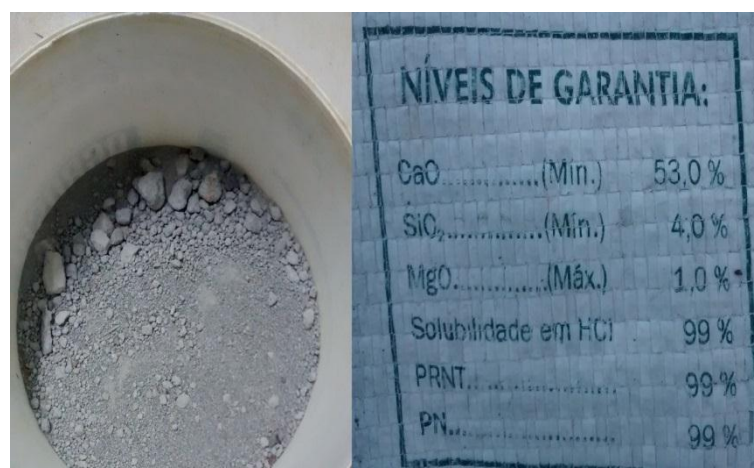
Como produtos foram utilizados o calcário líquido (Figura 1), calcário calcítico (Figura 2), gesso, sendo divididos em parcelas, com uma testemunha para comparação, sem nenhuma aplicação. Trata-se de um experimento em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições.





**Figura 1:** Calcário líquido e sua composição.

**Fonte:** Autor



**Figura 2:** Calcário Calcítico com níveis de garantia.

**Fonte:** Autor

O primeiro tratamento foi aplicado calcário sólido calcítico, o segundo tratamento foi à interação do calcário calcítico com o gesso agrícola, o terceiro tratamento foi o calcário líquido, o quarto tratamento foi o gesso agrícola e no ultimo tratamento foi à testemunha, sem aplicação. O calcário líquido foi aplicado com pulverizador costal 20 litros, como mostra a (figura 3), com dose de recomendado conforme análise de solo e indicações do produto adquirido. Já o calcário sólido e o gesso agrícola foram aplicados manualmente (Figura 4), buscando maior uniformidade do produto na área.

As parcelas são de 5 x 5 m, uma área útil de 25 m<sup>2</sup>, sendo cada tratamento terá 4 repetições (n=4), utilizando estacas para separação das mesma. Na área do experimento o solo estava coberto com acículas e galhos de pinus, precedente de

um plantio que situava no mesmo local, sendo disposto em todos os tratamentos, não interferindo sobre os mesmo.

**Tabela 1: Diferenciação de tratamentos.**

<b>Tratamentos</b>	
Tratamento 1	Calcário
Tratamento 2	Calcário + Gesso
Tratamento 3	Calcário Líquido
Tratamento 4	Gesso
Tratamento 5	Testemunha



**Figura 3:** Aplicação de calcário líquido.

**Fonte:** Autor



**Figura 4:** Aplicação de calcário sólido.

**Fonte:** Autor

Cada parcela foi efetuada uma coleta de solo, antes das aplicações de cada produto e depois das aplicações, sendo elas de 0-2,5; 2,5-5; 5-10 cm de profundidade, para a coleta desse solo, será utilizada pá de corte (figura 5). A coleta seguinte foi dois meses após aplicação dos produtos, sendo contadas a partir da instalação do experimento (Agosto/2014).

Foram aplicados no primeiro tratamento, 5 t/ha de calcário calcítico, no segundo tratamento 5 t/ha de calcário calcítico mais 2 t/há de gesso agrícola, no terceiro tratamento foram 10 t/ha de calcário líquido, no quarto tratamento 2 t/há de gesso agrícola.

Após a coleta do solo, o mesmo foi secado e levado para o moinho de solo da UTFPR (figura 6), aonde foi moído como a recomendação para as futuras análise. As análises de solo, foram efetuadas na Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC – Xanxerê) no laboratório de solos da universidade, para constatar as diferenças entre os tratamento e repetições. Como foi feito a campo, o experimento terá as condições climáticas normais da região.



**Figura 5:** Coleta de solo.

**Fonte:** Autor



**Figura 6:** Moinho de Solo.

**Fonte:** Autor

Foram avaliados os atributos químicos do solo como pH em água, Ca e Mg. Após a aplicação dos corretivos de acidez, foi feito o plantio de eucalipto na área de estudo, assim, esse plantio servira como mais um atributo de avaliação, com a tendência de melhorar o conteúdo de estudo. Foi medido altura de plantas em cada parcela de cada tratamento, sendo 8 (oito) plantas por tratamentos, realizada 90 dia após o plantio.

Trata-se de um experimento em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade de erro, quando significativo as médias serão comparadas pelo teste Tukey ( $\alpha=5\%$ ).

#### 4.3 PROGRAMAS UTILIZADOS

Após a obtenção dos dados das análises de solo, os dados foram submetidos a análises estatísticas, utilizando o programa Statgraphics plus.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de cálcio apresentou variações de acordo com a profundidade avaliada, dependendo da fonte do nutriente utilizada. Na profundidade de 0 – 2,5 cm, os teores de Ca apresentaram resposta entre os tratamentos, onde só o calcário + gesso diferiu entre as coletas, antes da aplicação e após a aplicação dos produtos. Já o calcário calcítico e calcário + gesso se diferenciaram, sendo que apresentaram maiores acúmulos de Ca nessa profundidade, evidenciando que os mesmos possuem uma maior quantidade da Ca disponibilizada.

Na profundidade 2,5 – 5 cm, não houve interação entre os tratamentos e também não ocorreu diferença entre as médias dos tratamentos com diferentes fontes e entre antes e depois da aplicação. Podendo apontar que o Ca evidencia não sendo tão móvel no solo, variando só em pequenas profundidades.

Observando a profundidade 5 – 10 cm, o calcário calcítico, calcário + gesso e gesso apresentaram um leve aumento de Ca, ou a própria manutenção do mesmo, onde o calcário + gesso obteve o melhor resultado, proveniente de que o gesso tenha uma melhor influencia com o calcário em maiores profundidades. Também se observou que os outros tratamentos apresentaram um decréscimo nos teores, assim se diferenciando estatisticamente. Na avaliação entre sem a aplicação dos produtos e com a aplicação não diferiu entre os mesmo.

Caires et al.,(2000) demonstrou em seu trabalho que a calagem tem poder de elevação de Ca no solo, sendo em profundidades até 10 cm, em até 12 meses, após esse período a diminuição nesses teores. Como observamos os teores de cálcio no solo, encontrados nesse estudo, foram mais significativos na camada superficial 0 – 2,5 cm, sendo assim pelo pequeno curto espaço de tempo de reação, com tendência de aumentar esses teores com o decorrer do tempo.

Fidalski et al.,(2000) demonstrou novamente que os teores de Ca vão se alterar até 10 cm de solo, no modo de aplicação de calcário, sendo a principal fonte Ca para o solo. Porém em consórcio com gesso se torna uma opção de elevar os teores de Ca para maiores profundidades.

**Tabela 2. Teores de Ca ( $\text{cmo}_c \text{ dm}^{-3}$ ) no solo em função da aplicação de diferentes fontes de corretivos da acidez. UTFPR-Dois Vizinhos, 2014.**

Ca ( $\text{cmo}_c \text{ dm}^{-3}$ )			
<b>Profundidade 0 – 2,5 cm</b>			
	Antes	Depois	Média
Calcário	8,10 aA	8,80 aA	8,45
Calcário + gesso	6,49 bA	8,05 aB	7,27
Calcário líquido	5,45 bA	5,69 bA	5,57
Gesso	6,08 bA	4,93 bA	5,51
Testemunha	6,49 bA	5,28 bA	5,89
Média	6,52	6,55	
<b>Profundidade 2,5 - 5 cm</b>			
	Antes	Depois	Média
Calcário	5,88	5,72	5,80 a
Calcário + gesso	5,40	6,15	5,78 a
Calcário líquido	4,67	5,08	4,87 a
Gesso	5,15	4,64	4,90 a
Testemunha	4,67	4,55	4,61 a
Média	5,16 A	5,23 A	
<b>Profundidade 5 - 10 cm</b>			
	Antes	Depois	Média
Calcário	4,81	4,82	4,82 ab
Calcário + gesso	5,01	5,59	5,30 a
Calcário líquido	4,25	3,34	3,80 b
Gesso	4,39	4,22	4,31 ab
Testemunha	4,25	3,81	4,03 b
Média	4,54 A	4,36 A	

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si, dentro de cada profundidade, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os teores de Mg encontrados não variaram como para Ca. O calcário calcítico apresenta grandes teores de Ca, o calcário líquido apresenta também maiores teores de Ca do que de Mg, o gesso agrícola não apresenta teores de Mg na sua composição, assim os resultados evidenciam uma manutenção do mesmo, ou até mesmo um decréscimo no teores de Mg.

Na profundidade 0 – 2,5 cm, houve diferença entre as aplicações, sendo que calcário calcítico ocorreu uma baixa nos teores de Mg, sendo que o mesmo se diferenciou pela maior quantidade de Mg que já possuía antes da aplicação. Sendo que o calcário líquido, não ocorreu diferença entre antes da aplicação e após aplicação, mas ficou evidente que foi o único tratamento que manteve os teores de Mg, sendo que os outros só ocorreu decréscimo.

Na profundidade 2,5 – 5 cm, observamos praticamente os mesmo resultados que a profundidade 0 – 2,5 cm, sendo que só houve diferença estatística entre as

médias, onde o calcário calcítico se diferiu por apresentar maior teor de Mg antes da aplicação, e o calcário líquido por manter os teores, sendo que nos outros tratamentos só ocorreu decréscimo. Importante ressaltar que antes da aplicação dos produtos os teores de Mg eram superiores do que a após aplicação, assim diferenciando estatisticamente.

Observamos na profundidade 5 – 10 cm, que o calcário calcítico, calcário + gesso e calcário líquido se sobressaíram estatisticamente, sendo que ficou evidenciado que o calcário calcítico não diferiu, por apresentar maiores teores de Mg antes da aplicação, assim se igualando na comparação entre as medias. O calcário + gesso apresentou um aumento significativo entre a relação antes da aplicação e após a mesma, evidenciando que a relação do Calcário + gesso seja um condicionante de Mg para maiores profundidades. O calcário líquido se manteve como nas outras profundidades, e o gesso e a testemunha ocorreu um decréscimo na quantidade de Mg no solo.

Segundo Ernani et al., (2001) em seu estudo sobre aplicação de corretivos de acidez e de gesso agrícola, ele apresentou que o Mg obteve melhores resultados em profundidade, quando aplicado o gesso agrícola, sendo observado na tabela abaixo resultados semelhantes.

Medeiros et al.,(2008) demonstrou que quando os corretivos de acidez, aplicados em altas concentrações de Ca em relação a quantidade de Mg, pode ocasionar a saturação do mesmos, ocasionando a translocação e diminuição do Mg disponível. Em relação ao trabalho, os calcários possuíam maiores teores de Ca do que Mg, sendo assim uma relação que comprova a baixa aparição de Mg nos resultados.

**Tabela 3. Teores de Mg ( $\text{cmo}_c \text{ dm}^{-3}$ ) no solo em função da aplicação de diferentes fontes de corretivos da acidez. UTFPR-Dois Vizinhos, 2014.**

	Mg ( $\text{cmo}_c \text{ dm}^{-3}$ )		
	Profundidade 0 – 2,5 cm		
	Antes	Depois	Média
Calcário	3,09 aA	2,35 aB	2,72
Calcário + gesso	2,04 bA	1,85 bA	1,95
Calcário líquido	1,98 bA	1,99 abA	1,98
Gesso	1,89 bA	1,61 bA	1,75
Testemunha	2,04 bA	1,68 bB	1,86
Média	2,21	1,90	
Profundidade 2,5 - 5 cm			

	Antes	Depois	Média
Calcário	2,23	2,05	2,14 a
Calcário + gesso	1,97	1,78	1,88 b
Calcário líquido	1,92	1,92	1,92 ab
Gesso	1,81	1,64	1,72 b
Testemunha	1,92	1,58	1,75 b
Média	1,97 A	1,79 B	
<b>Profundidade 5 - 10 cm</b>			
	Antes	Depois	Média
Calcário	2,06	1,89	1,98 a
Calcário + gesso	1,93	2,07	2,00 a
Calcário líquido	1,82	1,82	1,82 ab
Gesso	1,69	1,45	1,57 b
Testemunha	1,82	1,43	1,63 b
Média	1,86 A	1,73 A	

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si, dentro de cada profundidade, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O pH em água obtidos nas análises de solo, antes da aplicação dos produtos, já se apresentava elevado, assim podemos evidenciar um dos motivos que não houve mudanças significativas nos resultados. Na profundidade 0 – 2,5 cm, houve diferença estatísticas entre as médias, porém ficou evidenciado que foi por motivo que o calcário calcítico apresentava um maior pH em H<sub>2</sub>O antes das aplicações, assim podemos representar que não apresentou diferenças entre os tratamentos, mostrando que não a interferência de aplicação dos produtos ou a não aplicação.

As profundidades de 2,5 – 5, e 5 – 10, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, e também não diferiram entre as médias, evidenciando que a aplicações dos produtos não promove mudanças no pH em água.

Caires et al.,(2000) também apresentou em seu trabalho que a correção de solo com calcário apresenta em camadas superficiais, elevando o pH e diminuindo o alumínio trocável. Soratto et al.,(2008) mostra que calcário também é bom corretivo de acidez em camadas superficiais, e o gesso agrícola aplicado com calcário se torna um diminuidor de Al<sup>3+</sup> trocável no solo.

**Tabela 4. Valores de pH em água no solo em função da aplicação de diferentes fontes de corretivos da acidez. UTFPR-Dois Vizinhos, 2014.**

pH – H <sub>2</sub> O			
<b>Profundidade 0 – 2,5 cm</b>			
	Antes	Depois	Média
Calcário	5,79	5,74	5,77 a
Calcário + gesso	5,33	5,60	5,47 b
Calcário líquido	5,27	5,55	5,41 b



Gesso	5,24	5,13	5,19 b
Testemunha	5,33	5,11	5,22 b
Média	5,40 A	5,43 A	
<b>Profundidade 2,5 - 5 cm</b>			
	Antes	Depois	Média
Calcário	5,67	5,38	5,52 a
Calcário + gesso	5,44	5,61	5,53 a
Calcário líquido	5,33	5,30	5,32 a
Gesso	5,30	5,21	5,26 a
Testemunha	5,33	5,06	5,20 a
Média	5,42 A	5,31 A	
<b>Profundidade 5 - 10 cm</b>			
	Antes	Depois	Média
Calcário	5,35	5,07	5,21 a
Calcário + gesso	5,43	5,22	5,33 a
Calcário líquido	5,38	5,27	5,33 a
Gesso	5,24	5,20	5,22 a
Testemunha	5,38	4,99	5,17 a
Média	5,36 A	5,15 A	

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si, dentro de cada profundidade, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Na tabela 5, mostra a altura de plantas de eucalipto de cada tratamento, sendo que o calcário calcítico e o gesso não se diferiram estatisticamente entre si, sendo que o calcário + gesso que obteve melhor resultado, o calcário calcítico, gesso e a testemunha não se diferenciaram, sendo o calcário líquido obteve o pior resultado, mostrando que o mesmo não possuiu um bom resultado em relação ao desenvolvimento de plantas.

**Tabela 5: Altura de plantas de eucalipto em diferentes tratamentos**

<b>Tratamentos</b>	<b>Altura média de plantas (cm)</b>
Calcário	72,62 bc
Calcário + Gesso	95,62 a
Calcário Líquido	66,00 c
Gesso	86,62 ab
Testemunha	78,37 bc

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## 6 CONCLUSÕES

1. O calcário calcítico podemos dizer que é uma boa fonte Ca e um bom corretivo de acidez.

2. O Calcário líquido não apresenta modificações nos teores de Ca, Mg e pH aos 60 dias após sua aplicação.

3. Calcário calcítico + gesso pode elevar gradativamente as quantidades de Mg em maiores profundidades, proporcionando que plantas se desenvolvam em maiores profundidades.

4. O gesso agrícola quando utilizado sozinho, não apresenta melhorias significativas ao solo aos 60 dias após sua aplicação.

## REFERÊNCIAS

ALCARDE José. Carlos. **Corretivos de acidez dos solos: Características e interpretações técnicas**. ANDA - Associação Nacional Para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, São Paulo - SP. 1992. Boletim Técnico No. 6.

ALCARDE, José. Carlos.; PAULINO, Valdinei. Tadeu. e DENARDIN, J.S. **Avaliação da reatividade de corretivos da acidez dos solos**. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 13(3):387-392, 1989-b.

ALCARDE, José. Carlos. e RODELLA, Arnaldo. Antônio. **Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos**. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A. S. & ALVARES V., V.H., eds. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, Sociedade brasileira de Ciência do Solo, 2003. p.291-334.

JURADO, Antônio. Francisco, NEVES, Edinelson. José. Maciel. **Calagem e adubação em espécies florestais plantadas na propriedade Rural**, Novembro 2001.

BALLONI, Edson. Antônio. **Efeitos da fertilização mineral sobre o desenvolvimento de Pinus caribea Morelet var. bahamensis (Griseb) Barret et Golfari em solo de cerrado do Estado de São Paulo**. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

BARROS, Nairam. Félix. e NOVAIS, Roberto. Ferreira. **Eucalypt nutrition and fertilizer regimes in Brazil**. In: ATTIWILL, P.M. & ADAMS, M.A.,eds. Nutrition of eucalypts. Collingwood, CSIRO Publishing,1996. p.335-355

BELLINGIERI, Paulo. Afonso.; ALCARDE, José. Carlos. e SOUZA, E.C.A. **Avaliação da qualidade de calcários agrícolas através do PRNT**. Anais da Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 45(2):579-588, 1988.

BELLINGIERI, Paulo. Afonso.; ALCARDE, José. Carlos. e SOUZA, E.C.A. **Eficiência relativa de diferentes frações granulométricas de calcários na neutralização da acidez dos solos, avaliada em laboratório.** Anais da Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 46(2):303-317, 1989.

BHERING, Silvio Barge, et al. **Mapa de solos do Estado do Paraná:** legenda atualizada. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR. 2008. P. 74

BRAGA, Francisco. Assis.; VALE, Fabiano. Ribeiro.; MUNIZ, Joel. Augusto. Movimentação de nutrientes no solo, crescimento e nutrição mineral do eucalipto, em função de doses de gesso e níveis de irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.69-77, 1995.

CAIRES, Eduardo. Fávero. BANZATTO D. A. & FONSECA, A. F, **Calagem na superfície em sistemas plantio direto**, R. Bras. Ci. Solo, 24:161-169, 2000.

CAIRES, Eduardo. Fávero.; BLUM, Julius.; BARTH, Gabriel.; GARBUIO, Fernando. José. e KUSMAN, Marcelo. Trzeciak. **Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto.** R. Bras. Ci. Solo, 27:275-286, 2003.

CAIRES, Eduardo. Fávero.; CHUEIRI, Wagner. Antonio. ; MADRUGA, Edson. Fernando.; FIGUEIREDO, Afonso. 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.

CARVALHO, L. J. C. B.; GOMIDE, R. L.; RODRIGUES, G. C.; SOUSA, D. M. G. & FREITAS Jr., E. Resposta do milho à aplicação de gesso e déficit hídrico em solos de cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1, 1986, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p.61-83.

DIAS, Luis. Eduardo.; ALVAREZ, Vítor. Hugo.; COSTA, Liovando. Marciano.; NOVAIS, Roberto. Ferreira. Dinâmica de algumas formas de enxofre em colunas de

solos tratados com diferentes doses de fósforo e gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.373-380, 1994..

ERNANI, Paulo. Roberto.; ALMEIDA, Jaime. Almeida. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.143-150, 1986.

ERNANI, Paulo. Roberto. Alterações em algumas características químicas na camada arável do solo pela aplicação de gesso agrícola sobre a superfície de campos nativos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.241-245, 1986.

ERNANI, Paulo. Roberto.; BARBER Stanley. Arthur. Composição da solução do solo e lixiviação de cátions afetadas pela aplicação de cloreto e sulfato de cálcio em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.41-46, 1993.

ERNANI, Paulo. Roberto.; RIBEIRO, Michele. Schurmann. e BAYER, Cimélio. Modificações químicas em solos ácidos ocasionadas pelo método de aplicação de corretivos da acidez e de gesso agrícola. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, p.825-831, 2001.

FARINA, M.P.W.; CHANNON, P. Acid-subsoil amelioration: II. Gypsum effects on growth and subsoil chemical properties. **Soil Science Society of America Journal**, v.52, p.175-180, 1988.

FERNANDES, Antonio. Rodrigues. LINHARES, Lilian. Cristiane. Fernandes.; MORAIS, Francisco. Ilton. Oliveira.; SILVA, G. R. da. Características químicas do solo, matéria seca e acumulação de minerais nas raízes de adubos verdes, em resposta ao calcário e ao fósforo. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 40, p. 45-54, 2003.

FIDALSKI, Jonez; TORMENTA, Cássio, Antônio. **Dinâmica da calagem superficial em uma latossolo vermelho distrófico**. R. Bras. Ci. Solo, 29:235-247, 2005.

FRANCHINI, Julio. Cezar.; MEDA, Anderson. Rotter.; CASSIOLATO, Marcelo. Elias.; MIYAZAWA, Mario.; PAVAN, Marco. Antônio. **Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico.** Scientia Agricola, v.58, n.2, p.357-360, 2001.

LASO GARICOITS, Luis. Sayagoes. **Estado nutricional e fatores do solo limitantes do crescimento de Pinus taeda L. em Telêmaco Borba.** 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1990.

MEDEIROS, João, Carlos. ALBUQUERQUE, Jackson, Adriano. MAFRA, Álvaro, Luiz. ROSA, Jaqueline, Dalla. GATIBONI, Luciano, Colpo. **Relação cálcio: magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico.** **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 799-806, out./dez. 2008.

MENEGOL, Osmar. **Índice de sítio e relação entre altura dominante e teores nutricionais das acículas em povoamentos de Pinus elliottii var. elliottii no segundo planalto paranaense.** 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

NOLLA, Antônio. **Correção da acidez do solo com silicatos.** In: SIMPÓSIO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA. 3.,Uberlândia, 2004. Palestras. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2004. CD-ROM.

PAPAROTTE, Ivo. MACIEL. Aparecido. CENTURIÓN, Carlos. Antônio. **Efeitos do resíduo de gesso da indústria cerâmica sobre as propriedades químicas do solo.**P 33 -35. Fevereiro 2006.

QUAGGIO, José. Antônio.; MASCARENHAS, Hipólito .Antônio. e BATAGLIA, Odino. Claente. **Resposta da soja à aplicação de doses crescentes de calcário em Latossolo Roxo distrófico de cerrado.** II – Efeito residual. R. Bras. Ci. Solo, 6:113-118, 1982.

QUAGGIO, José. Antônio.; RAIJ, Bernardo. van; GALLO, Paulo. Boller. e MASCARENHAS. **Respostas da soja à aplicação de calcário e gesso e lixiviação de íons no perfil do solo.** Pesq. Agropec. Bras. v.28, p. 375–383, 1993.

RAIJ, Bernardo. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** IPNI, 2011. p 420.

RAIJ, Bernardo. van; CANTARELLA, Heitor.; CAMARGO, Antônio. Pereira. e SOARES, Ernesto. **Perdas de cálcio e magnésio durante cinco anos em ensaio de calagem.** R. Bras. Ci. Solo, 6:33-37, 1982.

RITCHEY, K. Dale.; SOUZA, Djalma.M.G.; LOBATO, Edson.; CORREA, Osni. Calcium leaching to increase rooting depth in Brazilian savannanh oxisol. **Agronomy Journal**, v.72, p.40-44, 1980.

SALDANHA, Eduardo. César. Medeiros.; ROCHA, Alexandre. Tavares.; OLIVEIRA, Emídio. Cantídio. Almeida.; NASCIMENTO, Clistenes. Williams. Araújo.; FREIRE, Fernando. José. **Uso do gesso mineral em latosssolo cultivado com cana de açúcar.** Caatinga v.20, n.1, p. 36-42. 2007.

SANTANA, Reynaldo. Campos. et al. **Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, v.32,p.2723-2733, 2008.

SILVA, Antonio. Anjos.; VALE, Fabiano. Ribeiro.; FERNANDES, Luís. Arnaldo.; FURTINI-NETO, Antonio. Eduardo.; MUNIZ, Joel. Augusto. Efeitos de relações  $\text{CaSO}_4/\text{CaCO}_3$  na mobilidade de nutrientes no solo e no crescimento do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.451-457, 1998.

SILVA, Nelson. Machado da; RAIJ, Bernado. van; CARVALHO, Luiz. Henrique.; BATAGLIA, Ondino. Cleante. e KONDO, Julio. Isao. **Efeitos do calcário e do gesso nas características químicas do solo e na cultura do algodão.** Bragantia, 56:389-401, 1997.

SORRATO, Rogério, Peres; CRUSCIOL, Carlos, Alexandre, Costa. **Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recam plantado**. R. Bras. Ci. Solo, 32:675-688, 2008.

WERNER, Joaquim. Carlos. **Calagem para plantas forrageiras**. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. Pastagens fundamentos da exploração racional. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 111-119.

ZOBEL, Bruce. Loblolly pine: in retrospect. In: SYMPOSIUM ON THE LOBLOLLY PINE ECOSYSTEM (EAST REGION), 1982, Raleigh. **Proceedings**. Raleigh: North Carolina State University, College of Forest Resources, 1983. p. 1 – 6.