

## UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA INCREMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE *CROTALARIA RETUSA*.

**CARLOS DE MELO E SILVA NETO**

Universidade Federal de Goiás | Brasil  
carloskoa@gmail.com

**VANDERVILSON ALVES CARNEIRO**

Universidade Estadual de Goiás | Brasil  
profvandervilson@hotmail.com

**ANNA CLARA CHAVES RIBEIRO**

Universidade Federal de Goiás | Brasil  
annaclararibeiro7@gmail.com

**THALLES MARTINS DE OLIVEIRA**

Universidade Federal de Goiás | Brasil  
thallesmartins@gmail.com

**BRUNO BASTOS GONÇALVES**

Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho | Brasil  
goncalves.b.b@gmail.com

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Gessagem  
Desenvolvimento  
radicular  
Biomassa  
Reuso

### **RESUMO:**

O aumento dos resíduos sólidos de construção civil vem causando grandes impactos e tem intensificado a poluição ambiental. O objetivo deste estudo é apresentar um uso para o resíduo de gesso de construção civil, como fonte de nutrientes para o crescimento e desenvolvimento da *Crotalaria retusa*. Os tratamentos foram realizados com gesso superior, gesso profundo e controle. Para o tratamento com gesso, foi utilizado placas de gesso utilizadas na construção civil. Essas placas foram trituradas em trituradora mecânica em partículas de 10 mesh. Para os tratamentos de gesso, foram utilizados cerca de 50 g de gesso por planta. O gesso superior foi colocado na superfície do substrato e o gesso profundo foi misturado ao substrato. Após 60 dias de crescimento, as plantas foram coletadas, desidratadas e pesadas. Os aspectos mensurados foram massa-seca total e massa-seca apenas da raiz. Para comparação estatística entre os tratamentos realizamos One-Way ANOVA e teste de Tukey, com significância de 95%. Para comparação da relação entre massa-seca total e da raiz foram realizadas regressões simples e comparadas entre os tratamentos. Os tratamentos que apresentaram gesso compoendo o substrato apresentaram biomassa-seca de até 50% superior ao tratamento controle ( $F(4, 76) = 7,1287, p=0,000$ ). A massa-seca da raiz do tratamento com gesso superior também apresentou acréscimo de 50% no crescimento em comparação ao tratamento controle. Além disso, a relação entre massa-seca de toda a planta e massa-seca

apenas da raiz é de 80% ( $r = 0,8026$ ;  $p = 0,000$ ) no tratamento controle, porém essa relação chega até 87% ( $r = 0,8750$ ,  $p = 0,000$ ) para o tratamento de gesso profundo e 83% para gesso superficial ( $r = 0,8336$ ;  $p = 0,000$ ). Nota-se que com uso do gesso agrícola houve o aumento de volume de solo explorado pelo sistema radicular das culturas, maior aproveitamento nutricional e maior produtividade. Essa tecnologia pode ser uma solução eficiente e atrativa para que os produtores rurais tornem ainda mais sustentável todo seu processo produtivo, utilizando o aproveitamento do gesso de construção civil como alternativa viável para os plantios agrícolas.

#### USE OF GYPSUM OF BUILDING FOR INCREASE IN DEVELOPMENT *CROTALARIA RETUSA*

##### ABSTRACT:

The increase of solid construction combings has caused a lot of impacts and has intensified the environmental pollution. The aim of this study is to present a use for gypsum this kind of leavings, as a source of nutrients for growth and development of *Crotalaria retusa*. The treatments were performed with higher gypsum and depth gypsum besides the control group. For treatment with gypsum, gypsum board has been used, which are used in construction. These plates were ground in a mechanical grinder into particles of 10 mesh. For treatments of gypsum, about 50 g of gypsum were used per plant. The higher gypsum was put on the substrate surface and the deep gypsum was mixed with substrate. After 60 days of growth, the plants were collected, dried and weighed. The measured points were total mass-dry and mass-dry only with root. For statistical comparison between treatments performed, we use One-Way ANOVA and test Tukey, with significance of 95%. To compare the relationship between total mass-dry and with the root, simple regressions were performed and compared between treatments. The treatments showed that gypsum forming the substrate-dry biomass showed up 50% superior to control treatment ( $F(4, 76) = 7,1287$ ,  $p=0,000$ ). The mass-dry root of treatment with higher gypsum also shows increase of 50% growth compared to the control treatment. In addition, the relation between mass-dry of whole plant and mass-dry only about the root was of 80% ( $r = 0,8026$ ;  $p = 0,000$ ) in control treatment, although this, relationship reaches 87% ( $r = 0,8750$ ,  $p = 0,000$ ) for the treatment of deep gypsum and 83% for superficial gypsum ( $r = 0,8336$ ;  $p = 0,000$ ). It is noted that the use of gypsum increase volume of soil explored by the root system of the crops, greater energy utilization and increase productivity. This technology can be one efficient solution and attractive to farmers become more sustainable throughout its production process, using the gypsum construction leavings as a viable alternative for agricultural plantations.

##### KEYWORDS:

Phosphogypsum  
Root development  
Biomass  
Reuse

#### USO DE LOS DESECHOS EL YESO DE CONSTRUCCIÓN PARA INCREMENTAR EL DESARROLLO DE *CROTALARIA RETUSA*

##### PALABRAS CLAVE:

Aplicación de yeso  
Desarrollo de la raíz  
Biomasa

##### RESUMEN:

El aumento de los residuos sólidos de la construcción ha causado gran impacto y ha intensificado la contaminación ambiental. El objetivo de este estudio es presentar un uso para los residuos de yeso

Reutilización de construcción, como fuente de nutrientes para el crecimiento y desarrollo de *Crotalaria retusa*. Los tratamientos se realizaron con yeso, yeso y un control superior. Para el tratamiento con yeso, tableros de yeso utilizados fue utilizado en la construcción. Estas placas se llega trituradora mecánica en partículas de 10 mesh para los tratamientos de yeso se utilizaron unos 50 g de yeso por planta. El yeso superior fue colocado en la superficie del sustrato y el yeso profundo se mezclaba al sustrato. Tras 60 días de crecimiento, las plantas fueron recogidos, deshidratados y pesado. Los aspectos medidos fueron la masa seca total y masa seca sólo la raíz. Para la comparación estadística entre los tratamientos que realizamos unidireccional ANOVA y Tukey prueba con significación de 95%. Para la comparación de la relación entre la masa seca total y raíz simples regresiones realizaron y comparación entre tratamientos. Tratamientos que mostraron yeso componiendo la de sustrato biomasa seca presenta hasta 50% más que el tratamiento testigo ( $F(4, 76) = 7.1287, p = 0.000$ ). El tratamiento masivo con la raíz seca yeso encima también aumentó 50% en el crecimiento en comparación con el tratamiento testigo. Además, la relación entre toda la masa-planta sequía y masa seca de la raíz es sólo de 80% ( $r = 0.8026; p = 0,000$ ) en el tratamiento de control, sin embargo esta proporción va hasta el 87% ( $r = 0.8750, p = 0.000$ ) para el tratamiento de yeso profunda y 83% para yeso superficial ( $r = 0.8336; p = 0,000$ ). Tenga en cuenta que con el uso de yeso agrícola fue el aumento en el volumen de suelo explorado por el sistema radicular de los cultivos, mayor utilización nutricional y una mayor productividad. Esta tecnología puede ser una solución eficiente y atractiva para los productores rurales se convierten en más sostenibles todavía todo su proceso productivo, mediante el apalancamiento de la construcción de yeso como una alternativa viable a las plantaciones agrícolas.

## INTRODUÇÃO

Em ambiente natural, o sulfato de cálcio pode ser encontrado no estado hidratado (Gipsita<sup>1</sup> –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), no estado totalmente desidratado (Anidrita<sup>2</sup> –  $\text{CaSO}_4$ ) e raramente no estado hemihidratado (Gesso<sup>3</sup> –  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ). Dessa forma, o gesso utilizado na construção civil é obtido por processos industriais (figura 1) onde o minério gipsita é transformado no pó de sulfato de cálcio hemihidratado (KANNO, 2009; BAUER, 2001; BALTAR et al., 2005; RIBEIRO, 2006; AVELAR, 2012; CANUT, 2006; J. MENDO CONSULTORIA, 2009; JORGENSEN, 1994; SOBRINHO et al., 2001).

Peres et al. (2008), Lima (2011), Medeiros (2003) e Ribeiro (2006), relatam que o gesso é um dos mais antigos materiais de construção fabricados pelo homem, por conta da

<sup>1</sup> “A gipsita é um sulfato de cálcio dihidratado e tem o seu principal campo de aplicação industrial a partir da sua transformação para gesso” (OLIVEIRA et al., 2012).

<sup>2</sup> “Anidrita é um mineral composto de sulfato de cálcio. A anidrita é uma forma mineral anidra de origem rochosa de sulfato de cálcio. Quimicamente é muito semelhante ao gesso, mas mais dura e pesada, cristalizando sob a forma rômbrica” (WIKIPÉDIA, 2014).

<sup>3</sup> “O gesso é um mineral aglomerante inorgânico (assim como a cal e o cimento) não hidráulico e aéreo embora necessite de água para endurecer, depois de assumir sua forma final o gesso não resiste à ação da mesma” (CINCOTTO et al., 1988).

facilidade de obtenção que, resumidamente, consiste num simples aquecimento a uma temperatura não muito elevada, cerca de 140° C a 160°C.

Segundo Luz et al. (2001), Oliveira et al. (2012), Peres et al. (2008) e Baltar et al. (2005), a Região do Araripe - Sertão Pernambucano - possui abundantes reservas de gipsitas as quais são consideradas como as de melhor qualidade no mundo, devido ao elevado teor de pureza do minério. O chamado Polo Gesseiro de Pernambuco (figura 2) é responsável pela produção de cerca de 1,45 milhões de toneladas de gipsita, representando 89% da produção brasileira. Deste percentual, 33% da produção de gipsita são destinadas ao uso cimenteiro, abastecendo as fábricas da Região Nordeste do Brasil, colaborando para 19,3% da produção nacional de cimento.

**Figura 1** – Processamento do gesso.



**Fonte:** Associação Brasileira do Drywall, 2012.

As jazidas do Estado do Pernambuco estão inseridas em domínios da Formação Santana, do Cretáceo Inferior, formada por siltitos, margas, calcários, folhelhos e intercalações de gipsita. O minério desta região é constituído, basicamente, por gipsita, esmectitas e outras argilas e apresenta uma densidade “in situ” de 2,3 t.m<sup>-3</sup>. A gipsita ocorre sob a forma de duas camadas, sendo a superior mais potente. A relação estéril / minério média é de 1:5 (OLIVEIRA et al., 2012; LUZ et. al., 2001, PERES et al., 2008; BALTAR et al., 2005).

Baltar et al. (2005, p. 449) afirmam que:

A gipsita pode ser utilizada na forma natural ou calcinada. A forma natural é bastante usada na agricultura e na indústria de cimento. Enquanto a forma calcinada, conhecida como gesso, encontra várias utilizações na construção civil, como material ortopédico ou dental, etc.

**Figura 2** – Polo gesseiro do Araripe (PE).



**Fonte:** Adaptado da Revista Algomais, 2011. Organização: Vandervilson Alves Carneiro (2014)

Os pesquisadores Ribeiro (2006), Kanno (2009) e Peres et al. (2008) asseveram que há diversos usos de gipsita e de gesso em muitos segmentos, como por exemplo:

- 1) Cimento: na fabricação de cimento a gipsita é adicionada ao clínquer<sup>4</sup>, na proporção de 3 a 5 % em peso, com a finalidade de controlar o tempo de pega.
- 2) Medicina: o gesso ortopédico e gesso odontológico se utilizam largamente na imobilização, como próteses temporárias e na odontologia na produção de modelos para usos ortodônticos e na confecção de próteses.
- 3) Cerâmica: o gesso cerâmico se usa especialmente na produção de moldes nos processos de colagem na indústria de louças sanitárias e de mesa. A durabilidade dos moldes de gesso associada ao seu custo de produção tem contribuído para a competitividade desse produto no mercado.
- 4) Agricultura: o gesso agrícola, que consiste no minério gipsita moído, é utilizado na agricultura para a dessalinização de solos, como fonte de cálcio e de enxofre.
- 5) Farmacêutico: como ingrediente em vários produtos como, por exemplo, pasta de dente.

<sup>4</sup> Clínquer é um material granular de 3 mm a 25 mm de diâmetro, resultante da calcinação de uma mistura de calcário, argila e de componentes químicos como o silício, o alumínio e o ferro. O clínquer é a matéria prima básica de diversos tipos de cimento, inclusive o cimento Portland, onde, no seu processo de fabricação, o clínquer sai do forno a cerca de 80°C, indo diretamente à moagem onde é adicionado ao gesso. Outras adições, tais como escória de alto forno, pozolanas e cinzas são realizadas de modo a se obter o cimento composto, conforme o site <http://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-clinquer.html>

6) Alimentação: o gesso pode ser usado para alteração da dureza da água para a fabricação de cerveja.

Conforme a Resolução nº 431/2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA fica alterada o art. 3º da Resolução nº 307/2002, estabelecendo uma nova classificação para o gesso, ou seja, passa a vigorar com a seguinte redação: “Art. 3º [...] II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso; [...]”. Em outras palavras, estar na CLASSE B determina que o resíduo de gesso deva ser reutilizado, reciclado ou encaminhado a áreas de armazenamento temporário, permitindo assim sua reutilização ou reciclagem futura (BARBARULO, 2012; RESOLUÇÃO CONAMA nº 431/2011).

Prochnow et al. (2001), Barretto et al. (2015) e Patrizi et al. (2011) relatam que o gesso é muito utilizado como aditivo em adubos (controla a acidez do solo). Depende, porém, das condições desses resíduos (puro, misturado, etc.). Também, conforme Barbarulo (2012), pode ser destinado, alternativamente, para usinas de reciclagem de resíduos da construção civil, que produzem os agregados reciclados e usado na fabricação de cimento e como aditivo na produção de sínter em usinas siderúrgicas.

O Jornal da UNICAMP (2012) reporta a pesquisa de Sayonara Maria de Moraes Pinheiro sobre a viabilidade de reciclar o resíduo do gesso proveniente da construção civil. Relata-se também a questão do gesso enquanto um gerador de impactos ambientais.

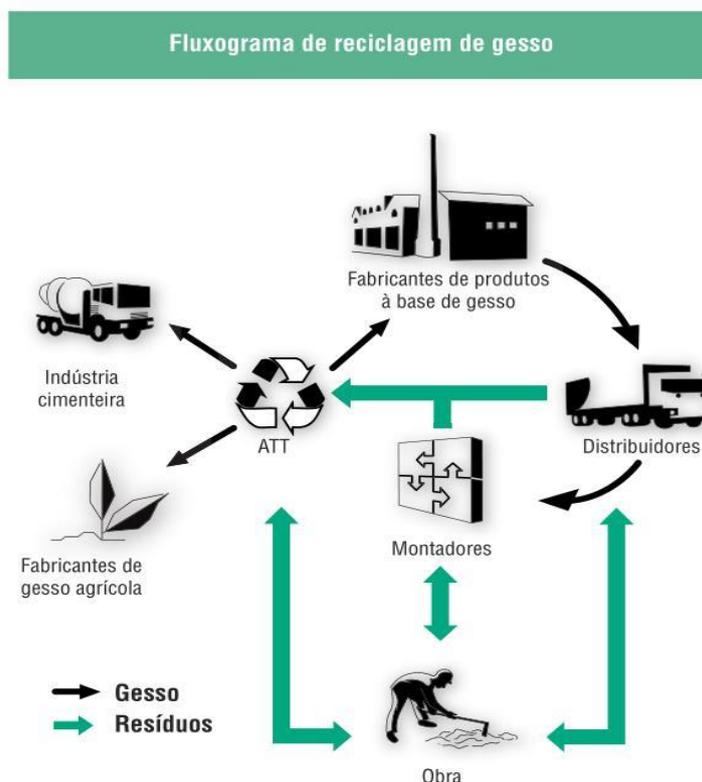
A deposição inadequada do resíduo de gesso pode contaminar o solo e o lençol freático. Isso acontece devido às características físicas e químicas do material, que em contato com o ambiente pode se tornar tóxico. [...] As possibilidades de minimizar o impacto ambiental, portanto, são a redução da geração do resíduo, a reutilização e a reciclagem (JORNAL DA UNICAMP, 2012).

Após sua separação de outros resíduos da construção civil, os resíduos do gesso readquirem as características químicas da gipsita, minério do qual se extrai o gesso. Desse modo, o material limpo pode ser utilizado novamente na cadeia produtiva (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2012; NASCIMENTO et al., 2010).

Desde o final da década de 1990, vêm sendo pesquisados métodos de reciclagem do gesso (figura 3) usado na construção civil e já se avançou de forma significativa em pelo menos três frentes de reaproveitamento desse material, representando importantes contribuições à sustentabilidade da construção civil brasileira. Essas três frentes são a indústria de cimento, a agricultura e o próprio setor de transformação de gesso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2012; NASCIMENTO et al., 2010). O sulfato de cálcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), fosfogesso ou também conhecido como gesso agrícola, é um produto resultante do processo de fabricação do ácido fosfórico (ARAÚJO et al., 2013, p. 30).

O gesso reciclável apresenta característica físico-química semelhante ao gesso agrícola (MOREIRA, 2004; PERES et al., 2008; KANNO, 2009) e, por isso, torna-se natural à alternativa do uso do mesmo na agricultura. Assim, buscamos testar o efeito do gesso reciclado sobre um modelo biológico, no caso a *Crotalaria retusa*, planta considerada pouco exigente em nutrientes para se desenvolver e de crescimento rápido (FLORES et al., 2005; JACOBI et al., 2005), buscando efeito na adubação e incremento mineral das plantas.

**Figura 3** – Fluxograma do processo de reciclagem do gesso.



**Fonte:** Associação Brasileira do Drywall, 2012. \* ATT (Áreas de Transbordo e Triagem)

Na agricultura, moída na granulometria apropriada, a gipsita é utilizada como corretivo de solos, tendo sua aplicação se dado inicialmente na Europa, nos primórdios do século XVIII. A partir daí vem sendo cada vez mais utilizada na correção de solos alcalinos onde, ao reagir com o carbonato de sódio, dá origem ao carbonato de cálcio e o sulfato de sódio, substâncias de grande importância agrícola. É também utilizada como corretivo de solos deficientes em enxofre, para possibilitar a assimilação do potássio e o aumento do conteúdo de nitrogênio (SOBRINHO et al., 2001, p. 1)

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi apresentar uma utilidade para o resíduo de gesso da construção civil visto que estes são despejados geralmente em locais inadequados, vindo conseqüentemente a contaminar o meio ambiente, para isso foi avaliado o incremento deste resíduo no desenvolvimento de *Crotalaria retusa* como fonte de nutrientes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A *Crotalaria retusa* L. é da família *Fabaceae*, de origem africana e naturalizada brasileira (JACOBI et al., 2005). A espécie apresenta hábito arbustivo, germinando e completando o ciclo reprodutivo de maneira acelerada. Ela é encontrada em todos os biomas brasileiros, não sendo mais considerada como espécie invasora (FLORES et al., 2005).

O plantio foi realizado em março de 2014, numa chácara particular próximo a Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia (GO), em período de estação chuvosa, com 30 indivíduos de *Crotalaria retusa* para cada tratamento, utilizando sacos plásticos de 300 cm<sup>3</sup>. Os tratamentos foram realizados com gesso superior<sup>5</sup>, gesso profundo<sup>6</sup> e controle<sup>7</sup>. O substrato padrão foi preparado com 40 litros de terra de subsolo, 40 litros de esterco bovino curtido e 500 g de adubo químico NPK<sup>8</sup> (4-14-8). Para o tratamento desse gesso, foi utilizado placas de gesso utilizadas na construção civil. Essas placas foram moídas em trituradora mecânica (figura 4) e peneiradas em granulometria de 10 mesh. Para os tratamentos de gesso, foram utilizado cerca de 50 g de gesso por planta. O gesso superior foi colocado na superfície do substrato. No segundo lote, o gesso profundo foi misturado ao substrato.

**Figura 4** – (A) Gesso após processamento na trituradora;  
(B) Trituradora de resíduos de construção civil.



**Foto:** AUTORES, 2014

As plantas foram acompanhadas diariamente, com duas irrigações de águas diárias. Após 60 dias de crescimento, as plantas foram coletadas, retiradas do substrato e secas em estufa a 60 °C por 48 horas. Para comparação da massa-seca, as plantas foram pesadas em balança de precisão (0,0001g). Os aspectos mensurados foram massa-seca total e massa-seca apenas da raiz. Para comparação estatística entre os tratamentos, verificamos a distribuição normal dos dados e realizamos One-Way ANOVA e teste de Tukey, com significância de 0,05.

<sup>5</sup> Gesso introduzido na camada superficial do solo

<sup>6</sup> Gesso introduzido na camada profunda do solo

<sup>7</sup> Testemunha para acompanhamento/monitoramento das introduções do gesso em diferentes camadas (superficial e profunda)

<sup>8</sup>NPK (nitrogênio, fósforo e potássio)

Para comparação da relação entre massa-seca total e da raiz foram realizadas regressões simples e comparadas entre os tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Professor Doutor Godofredo Cesar Vitti, da ESALQ - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da USP - Universidade de São Paulo, em entrevista à Associação Brasileira do Drywall (2012, p. 15) assevera que:

O gesso é usado tradicionalmente na agricultura. Ele tem quatro usos principais: a) efeito fertilizante – é fonte de enxofre e de cálcio; b) corretivo de solos sódicos – estes ocorrem geralmente em regiões áridas ou semiáridas, tornando-os agricultáveis; possibilita também a recuperação de áreas canavieiras que tenham recebido aplicação de doses elevadas de vinhaça, apresentando, portanto, excesso de potássio; c) condicionador de subsuperfície – nos solos tropicais, em especial sob a vegetação de Cerrado, é frequente a deficiência de cálcio associada à toxicidade do alumínio, não só na camada arável, mas também na subsuperfície; o uso do gesso agrícola permite elevar os teores de cálcio e diminuir os de alumínio, favorecendo o maior crescimento das raízes das plantas, dando-lhes mais vigor e maior resistência a doenças e pragas e a situações de déficit hídrico; d) condicionador de esterco – diminui as perdas de amônia e, com isso, torna os esterco mais eficientes como fertilizantes orgânicos naturais.

Diante do exposto, o resultado evidenciou efeito positivo da presença de resíduo de gesso de construção civil para o acréscimo em biomassa de *Crotalaria retusa*. Os tratamentos que apresentaram gesso compondo o substrato apresentaram biomassa-seca de até 50% superior ao tratamento controle (tabela 1; gráfico 1), ou seja, sem a presença do gesso. As diferenças entre os tratamentos são significativas estatisticamente ( $F(4, 76)=7,1287$ ,  $p=0,000$ ). A massa-seca da raiz do tratamento com gesso superior também apresentou acréscimo de 50% no crescimento em comparação ao tratamento controle.

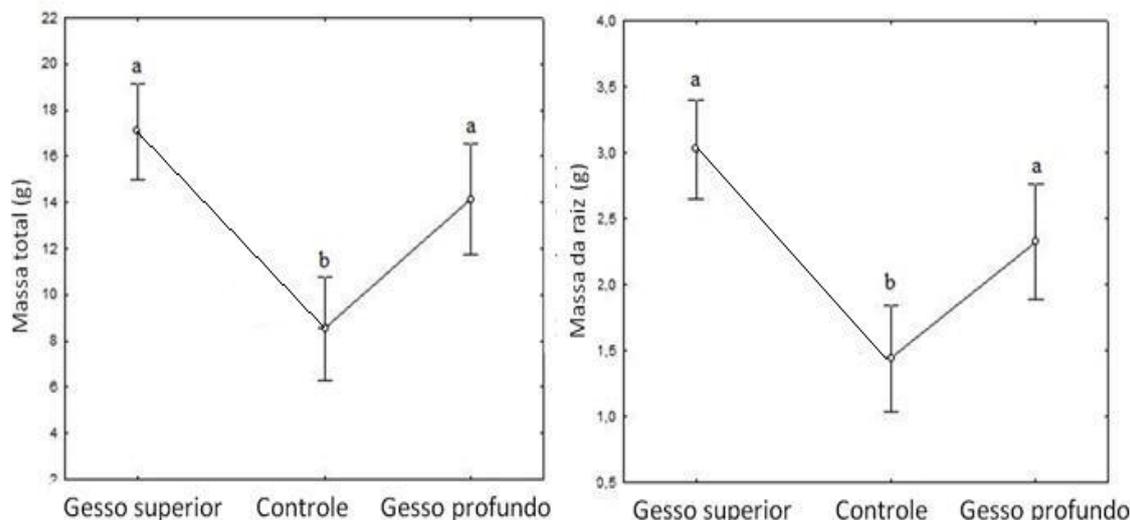
**Tabela 1** - Médias da massa-seca total e da raiz em comparação dos tratamentos.

Tratamentos	Média da massa-seca do total (g)	Média da massa-seca da raiz (g)	Coefficiente de correlação de Pearson (Total/Raiz)
Gesso superior	17,07±6,11	3,02±1,11	0,8336
Gesso profundo	14,14±3,32	2,32±0,56	0,8750
Controle	8,54±1,91	1,48±0,33	0,8026

Fonte: Autores, 2014.

Entre a utilização do gesso na superfície e gesso profundo, não constatamos diferença estatística, apesar de a massa-seca de toda a planta do tratamento de gesso profundo ser 17% maior do que o tratamento de gesso na superfície. Para a massa-seca de raiz este ganho chegou a 23% e, porém não houve diferenças estatísticas.

**Gráfico 1** - Comparação de massa-seca entre os tratamentos ( $F(4, 76) = 7,1287, P=0,000$ ).



**Fonte:** Autores, 2014.

Além disso, a relação entre massa-seca de toda a planta e massa-seca apenas da raiz é de 80% ( $r=0,8026; p=0,0005$ ) no tratamento controle, porém essa relação chega até 87% ( $r=0,8750, p=0,0002$ ) para o tratamento de gesso profundo e 83% para gesso superficial ( $r=0,8336; p=0,00006$ ) (tabela 3 acima), evidenciando que há contribuição dos minerais do gesso para o crescimento radicular da planta, de forma que ao ser aplicado de forma profunda, resulta em maior relação planta-raiz (figura 5).

**Figura 5** - (A) Flor de *Crotalaria retusa*; (B) Planta adulta de *C. retusa*; (C) Comparação das plantas de *Crotalaria retusa* entre os tratamentos sem gesso (esq.) e gesso superficial (dir.).



**Fonte:** Autores, 2014.

De acordo com Baltar et al. (2005, p. 468), no uso agrícola, a gipsita ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) pode ser substituída pelo calcário ( $CaCO_3$ ), nas camadas superficiais (até 20 cm) do solo. Nas camadas mais profundas (20 a 40 cm) é necessário o uso da gipsita, devido à sua maior solubilidade se comparada ao calcário.

Na agricultura, moída na granulometria apropriada, a gipsita é utilizada como corretivo de solos, tendo sua aplicação se dado inicialmente na Europa, nos primórdios do século XVIII. A partir daí vem sendo cada vez mais utilizada na correção de solos alcalinos onde, ao reagir com o carbonato de sódio, dá origem ao carbonato de cálcio e o sulfato de sódio, substâncias de grande importância agrícola. É também utilizada como corretivo de solos deficientes em enxofre, para possibilitar a assimilação do potássio e o aumento do conteúdo de nitrogênio (BALTAR et al., 2005, p. 468).

Não há relato em estudos da utilização de resíduo de gesso da construção civil para adubação ou composição de substrato, nem mesmo para adubação direta em campo, porém são inúmeros estudos que apresentam resultados conclusivos utilizando gesso agrícola (RAIJ et al., 1994; CAIRES et al., 2003; BROCH et al., 2008). Os incrementos em produção de matéria-seca de *Crotalaria retusa* evidenciam que o resíduo de gesso de construção civil tem qualidades minerais comparáveis ao gesso agrícola.

A gessagem<sup>9</sup> utilizando gesso agrícola ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) é uma conhecida alternativa para reduzir a toxicidade do Al (alumínio) e aumentar o teor de Ca (cálcio) em profundidade (RAIJ et al., 1994). A deficiência de Ca e a toxicidade por Al são as principais barreiras químicas para o crescimento radicular, cujas consequências se manifestam pelo estresse nutricional e hídrico das plantas (RITCHEY et al., 1980). Em plantios de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill), o gesso agrícola melhorou as condições do subsolo, aumentando o pH (potencial hidrogeniônico) e os teores de Ca e  $\text{S-SO}_4^{2-}$  (teor de sulfato), aumentou a concentração de P (fósforo) na camada superficial do solo (0-5 cm) e no tecido foliar da planta, além de reduzir o Mg (magnésio) no solo e nas folhas, porém não houve efeito na produção de grãos (CAIRES et al., 2003).

Já em outro experimento com soja, a aplicação de fósforo associado com calcário e gesso apresentou incremento na produtividade da planta, quando comparado somente com a aplicação de fósforo, indicando que a calagem e gessagem corrigem as condições de solo ácido (BROCH et al., 2008). Para o feijão-caupi<sup>10</sup> (*Vigna unguiculata* L.), a aplicação de gesso incorporado ao solo promoveu maior percentagem de germinação e conseqüentemente aumento na produção de matéria-seca da parte aérea, raiz e nódulos (*Rhizobium* sp.). O resultado com *Crotalaria retusa* mostrou aumento na produção em 50% na matéria-seca e as plantas com gesso apresentaram visualmente grande quantidade de nódulos nas raízes.

No caso do feijão-caupi, para a produção de matéria seca observou-se uma relação inversamente proporcional à granulometria do gesso, podendo ser testadas futuramente diversas granulometrias do material, demonstrando a melhor relação entre granulometria e custos de moagem do mesmo em larga escala. Dentre os testes realizados com gesso agrícola, houve a preocupação em testar as quantidades a serem utilizadas em campo. Zambrosi et al. (2007) avaliou o efeito de três, seis e nove toneladas de gesso agrícola por hectares, lançado na superfície em diversos cultivos no sistema de plantio direto. Eles verificaram que as três toneladas de gesso agrícola utilizada inicialmente já apresentavam resultados positivos no incremento mineral do solo, não apresentando diferença considerável entre seis e nove toneladas.

<sup>9</sup> A técnica de gessagem visa propiciar condições adequadas ao crescimento na camada de subsuperfície, fornecendo cálcio e enxofre nas camadas mais profundas do solo, favorecendo o enraizamento.

<sup>10</sup> O feijão - caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma cultura de grande importância econômica, uma vez que compõem a dieta alimentar das camadas mais carentes da população, em função do alto valor nutritivo (BARBOSA et al., 2010).

Características biológicas das espécies a serem utilizadas em plantio utilizando gesso agrícola/gesso reciclado, devem ser observadas, uma vez que Lopes et al. (2007) apontam diferentes reações entre as leguminosas (*Fabaceae*) e as gramíneas. Esta diferença provavelmente é devido ao sistema radicular desses grupos, sendo que as leguminosas apresentam sistema de raízes pivotantes, com raízes que alcançam considerável profundidade, já as gramíneas com raízes fasciculares apresentam raízes mais superficiais e os maiores efeitos da gessagem ocorrem no subsolo (CAIRES et al., 2003), sendo assim os resultados obtidos para *Crotalaria retusa* está dentro do esperado para o uso de gesso agrícola para outras leguminosas.

Os efeitos positivos ao subsolo devido gessagem sugerem novos questionamentos dos efeitos do gesso sobre outras espécies/culturas, como culturas permanentes e até mesmo espécies nativas visando recomposição/restauração de áreas degradadas. Moreira (2004) traz técnicas de recuperação de áreas de mineração utilizando fertilização, calagem, gessagem (gesso agrícola), além de adubação verde e colocação de camada superficial de solo evidenciando o quão complexo é a recuperação de áreas. Mesmo assim é demonstrada a existência e viabilidade de diversas alternativas para recuperação de áreas degradadas, dentre elas o uso do gesso agrícola e potencialmente o resíduo de gesso de construção civil.

O gesso agrícola é basicamente o sulfato de cálcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), obtido como subproduto industrial da produção de ácido fosfórico. É um sal pouco solúvel em água (2,5 g/L), no entanto uma razoável fonte de cálcio (17 a 20 % de Ca) e de enxofre (14 a 17 % de S). Recentemente, a utilização do gesso agrícola, na melhoria do ambiente radicular das plantas, tem sido relatada por diversos autores em várias culturas. Isto se deve à movimentação de cálcio para as camadas subsuperficiais do solo e/ou diminuição dos efeitos tóxicos do alumínio trocável (RITCHEY et al., 1980; LOPES, 1983; CHEPOTE, 2005).

Com base na literatura utilizada para a elaboração deste artigo, o gesso agrícola é um subproduto da produção de ácido fosfórico, contendo 32% de CaO (óxido de cálcio) e 19% de enxofre (S). O gesso agrícola se dissocia em  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ . Embora possua CaO na sua composição, o gesso não é um corretivo do solo, nem pode ser utilizado como um produto para neutralizar a acidez.

Futuros estudos são necessários para testar o uso de resíduos de gesso da construção civil em campo, tanto com espécies agrícolas, quanto com espécies nativas. Outros aspectos dos solos devem ser considerados para os testes, como densidade de partículas, porosidade e outros parâmetros físicos, além de potenciais e elementos residuais do gesso. Mesmo em testes preliminares, o resíduo de gesso de construção civil apresentou resultado relevante para o incremento no crescimento de *Crotalaria retusa*, apresentando potencial reaproveitamento para a agricultura e recuperação de áreas degradadas, conciliando a destinação final desse resíduo com aproveitamento comercial e/ou ambiental.

## CONCLUSÕES

A vantagem do gesso agrícola é que ele possui o ânion  $\text{SO}_4$  (sulfato) que confere uma maior mobilidade ao cálcio, transportando-o para as camadas mais profundas. O  $\text{SO}_4$  se liga ao alumínio formando o sulfato de alumínio que é insolúvel e, portanto, não absorvido pelas plantas. O íon  $\text{SO}_4$  é facilmente perdido por lixiviação. Desta maneira, o gesso agrícola

minimiza os efeitos tóxicos do alumínio para as plantas. Com isso, nota-se que o gesso agrícola aumenta o volume de solo explorado pelo sistema radicular das culturas, maior aproveitamento nutricional e hídrico e maior produtividade. Essa tecnologia pode ser uma solução eficiente e atrativa para que os produtores rurais tornem ainda mais sustentável todo seu processo produtivo.

Cabe ressaltar que o estudo detectou uma carência de pesquisas sobre as consequências que o gesso ocasiona na dinâmica do solo, principalmente na física e nos efeitos condicionadores que o produto provoca em cada tipo de solo. Há, portanto, a necessidade de desenvolver trabalhos visando um sistema de equação para recomendação da quantidade de gesso que possa alcançar os objetivos totais da gessagem de maneira eficiente e otimizada diante dos plantios.

O aproveitamento do gesso de construção civil torna-se uma alternativa viável para os plantios, principalmente para os agricultores de assentamentos rurais, da agricultura familiar, de lavouras de subsistência e, quiçá, lavouras comerciais de grande monta.

Verifica-se também que a literatura é rica em informes a respeito do gesso agrícola e apresenta uma carência em estudos sobre o emprego do gesso descartado pela construção civil em áreas de lavouras.

Pontua-se também que o gesso agrícola proporciona um maior crescimento das raízes, melhorando a absorção de água e de nutrientes pelas plantas. Ele tem eficácia comprovada no aumento de produção das lavouras.

Destaca-se que a principal contribuição do gesso agrícola é justamente a capacidade de neutralizar o alumínio (Al) tóxico presente no solo. Ele atua mais profundamente no solo do que outros insumos, como o calcário agrícola.

Ressalta-se que há outro benefício, ou seja, a presença de cálcio e enxofre na sua composição, elementos essenciais na formação dos vegetais. Alguns pesquisadores enfatizam que além do benefício da eliminação do alumínio, também funciona como ótimo adubo.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. P. B; FERNANDES, A. L. T. O passivo ambiental do fosfogesso gerado nas indústrias de fertilizantes fosfatados e as possibilidades de aproveitamento. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA - Centro Científico Conhecer**, Goiânia/GO, v. 9, n.16; p. 29-53, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. **Resíduos de gesso na construção civil: coleta, armazenagem e reciclagem**. São Paulo/SP: Agns, 2012.

AVELAR, T. C. **Otimização da produção de pré-moldados de gesso de alta resistência a partir de gesso de baixo desempenho mecânico**. 2012. 88 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais), Programa de Pós – Graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais, Universidade Católica de Pernambuco, Recife/PE, 2012.

BALTAR, C. A. M.; BASTOS, F. F.; LUZ, A. B. **Gipsita**. Rio de Janeiro/RJ: CETEM-MCT, 2005.

BARBARULO, A. Os resíduos da construção civil e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (comentários). In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. **Resíduos de gesso na construção civil: coleta, armazenagem e reciclagem**. São Paulo/SP: Agns, 2012. p. 21.

Carlos de M. e Silva Neto; Vandervilson A. Carneiro; Anna Clara C. Ribeiro; Thalles M. de Oliveira; Bruno B. Gonçalves.

Utilização de resíduos de gesso da construção civil para incremento no desenvolvimento de *Crotalaria retusa*.

Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium,

Ituiutaba, v. 6, n. 1, p. 140-155, jan./jun. 2015.

Página | 152

BARBOSA, M. S.; SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A. C. Análise socioeconômica e tecnológica da produção de feijão - caupi no município de Tracuateua, Nordeste Paraense. **Amazônia**, Manaus/AM, v. 5, n. 10, p. 07-25, 2010.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro/RJ: LTC, 2001.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002 (destinação final de resíduos da construção civil)**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 11/05/2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011 (nova classificação para o gesso)**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 11/05/2014.

BARRETTO, M. C. V.; BARBOZA JÚNIOR, C. R. A.; OLIVEIRA, A. S. **Efeito do uso de aditivos minerais sobre a qualidade do composto orgânico**. Disponível em: <[http://www.fapitec.se.gov.br/sites/default/files/documentos/joao%20daltr/efeito\\_uso\\_a\\_ditivosminerais.pdf](http://www.fapitec.se.gov.br/sites/default/files/documentos/joao%20daltr/efeito_uso_a_ditivosminerais.pdf)>. Acesso em 26/09/2015.

BROCH, D. L.; NOLLA, A.; QUIQUI, E. M. D.; POSSENTI, J. C. Influência no rendimento de plantas de soja pela aplicação de fósforo, calcário e gesso em um latossolo sob plantio direto. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava/PR, v.10, n. 2, p. 211-220, jul./dez. 2008.

CAIRES, E.F.; BLUM, J.; 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**, Viçosa/MG, v.27, p.275-286, 2003.

CANUT, M. M. C. **Estudo da viabilidade do uso do resíduo fosfogesso como material de construção**. 2006. 154 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Programa de Pós - Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2006.

CHEPOTE, R. E. (coord.). **Recomendações de corretivos e fertilizantes na cultura do cacauzeiro no Sul da Bahia – 2ª aproximação**. Ilhéus/BA: CEPLAC/CEPEC, 2005.

CINCOTTO, M. A.; AGOPYAN, V.; FLORINDO, M. C. **O gesso como material de construção**. São Paulo/SP: IPT - PINI, 1988.

ECIVIL – DESCOMPLICANDO A ENGENHARIA. **Clínquer**. Disponível em: <<http://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-clinquer.html>>. Acesso em: 26/09/2015.

FLORES, A.S.; MIOTTO, S.T.S. Aspectos fitogeográficos das espécies de *Crotalaria* L. (*Leguminosae – Faboideae*) na região Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte/MG, v. 19, n. 2, p. 245-249, 2005.

J. MENDO CONSULTORIA. **Perfil da gipsita**. Brasília/DF: MME-SGM-BIRD, 2009.

JACOBI, C.M.; RAMALHO, M.; SILVA, M. 2005. Pollination biology of the exotic rattleweed *Crotalaria retusa* L. (*Fabaceae*) in NE Brazil. **Biotropica**, Flórida (EUA), v. 37, n. 3, p. 357-363, set. 2005.

JORGENSEN, D.B. Gypsum and anhydrite. In: CARR, D. D. **Industrial mineral sand rocks**. Colorado/EUA : SMME, 1994. p. 571-581.

JORNAL DA UNICAMP. **Em busca do gesso sustentável**. Campinas/SP: Jornal da UNICAMP, 2012. Disponível em:

<[http://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/jornal/paginas/ju\\_550\\_paginacor\\_04\\_web.pdf](http://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/jornal/paginas/ju_550_paginacor_04_web.pdf)>. Acesso em: 02/09/2014.

KANNO, W. M. **Propriedades mecânicas do gesso de alto desempenho**. 2009. 130 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2009.

LIMA, S. Y. V. **Propriedades físicas e mecânicas de compósitos à base de gesso contendo fibras e resíduos – uma revisão bibliográfica**. 2011. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Curso de Ciência e Tecnologia / Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró/RN, 2011.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L.R.G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R. F. **Fertilidade do solo**. Viçosa/MG: SBCS, 2007. p. 01-64.

LOPES, A. S. **Solos sob cerrados**: características, propriedades e manejo. Piracicaba/SP: Instituto da Potassa, 1983.

LUZ, A. B.; BALTAR, C. A. M.; FREITAS, E. J. G.; SILVA, A. P. Gesso – Mineração São Jorge. In: SAMPAIO, J. A.; LUZ, A. B.; LINS, F. F. **Usinas de beneficiamento de minérios do Brasil**. Rio de Janeiro/RJ: CETEM - MCT, 2001. p. 240-249.

MEDEIROS, M. S. **Poluição ambiental por exposição à poeira de gesso: impactos na saúde da população**. 2003. 96 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães – CPqAM / Departamento de Saúde Coletiva – NESC, Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, Recife/PE, 2003.

MOREIRA, P. R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 2004. 139 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Rio Claro/SP, 2004.

NASCIMENTO, F. J. F.; PIMENTEL, L. L. Reaproveitamento de resíduo de gesso. In: Encontro de Iniciação Científica da PUC-Campinas, 15, 2010, Campinas/SP. **Anais...** Campinas/SP: EIC, 2010. 6 p.

OLIVEIRA, F. M. C.; BORGES, L. E. P.; MELO, E. B.; BARROS, M. L. S. C. Características mineralógicas e cristalográficas da gipsita do Araripe. **Revista HOLOS**, Natal/RN, ano 28, v. 5, p. 71 – 82, 2012.

PATRIZI, W. L., SERAFIM, R. S. **Utilização de sulfato de cálcio (gesso agrícola) como aditivo para minimizar a perda de nitrogênio no estercó de bovinos de corte confinados**. Uberaba/MG: FAZU / Trabalho Final do Curso de Pós Graduação “Lato Sensu” em Manejo de Pastagem, 2011.

PERES, L. S.; BENACHOUR, M.; SANTOS, V. A. **Gesso**: produção e utilização na construção civil. Recife/PE: SEBRAE, 2008.

PROCHNOW, L. I.; CUNHA, C. F.; KIEHL, J. C.; ALCARDE, J. C. Controle da volatilização de amônia em compostagem, mediante adição de gesso agrícola e superfosfatos com diferentes níveis de acidez residual. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 25, n. 1, p. 65-70, 2001.

RAIJ, B. V.; MASCARENHAS, H.A.A.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; IGUE, T.; SORDI, G. Efeito de calcário e de gesso para soja cultivada em latossolo roxo ácido saturado com sulfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas/SP, n. 18, p. 305-312, 1994.

REVISTA ALGOMAS. **Anuário Socioeconômico de Pernambuco - 2011**. Recife/PE: Signus, 2011. Disponível em: <<http://revistaalgomais.com.br/blog/?p=10930>>. Acesso em: 23/08/2014.

RIBEIRO, A. S. **Produção de gesso reciclado a partir de resíduos oriundos da construção civil**. 2006. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB, 2006.

RITCHEY, K. D.; SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; CORREIA, O. Leaching to increase rooting depth in a Brazilian Savannah Oxisol. **Agronomy Journal**, Madison (EUA), v. 72, n. 1, p. 40-44, 1980. Disponível em: <<https://www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/72/1/AJO720010040?access=0&view=pdf>>. Acesso em 11/06/2014.

SOBRINHO, A. C. P. L.; AMARAL, A. J. R.; DANTAS, J. O. C.; DANTAS, J. R. A. **Gipsita**. Brasília/DF: MCT-DNPM, 2001. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/gipsita.pdf>>. Acesso em: 12/08/2014.

WIKIPÉDIA - A ENCICLOPÉDIA LIVRE. **Anidrita**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Anidrita>>. Acesso em: 21/07/2014.

ZAMBROSI, F. C. B.; ALLEONI, L.R.F.; CAIRES, E.F. Aplicação de gesso agrícola e especiação iônica da solução de latossolo sob sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS, v. 37, p. 110-117, 2007.

**Recebido em:** 29/09/2014

**Aprovado para publicação em:** 27/12/2014