

MARIA DE FATIMA CAVALCANTI BARROS

**RECUPERAÇÃO DE SOLOS SALINO-SÓDICOS PELO
USO DO GESSO DE JAZIDA E CALCÁRIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

MARIA DE FATIMA CAVALCANTI BARROS

**RECUPERAÇÃO DE SOLOS SALINO-SÓDICOS PELO
USO DO GESSO DE JAZIDA E CALCÁRIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 8 de novembro de 2001.

Prof. Liovando Marciano da Costa
(Conselheiro)

Prof. Hugo Alberto Ruiz
(Conselheiro)

Prof. Paulo Afonso Ferreira

Prof. Ronaldo Freire de Moura

Prof. Maurício Paulo F. Fontes
(Orientador)

Ao Deus uno e trino:
O Pai – Criador,
O Filho – Redentor e
O Espírito Santo – Consolador.
À Virgem Maria – Mãe de Deus e nossa.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao professor Maurício Paulo Ferreira Fontes, pela orientação e confiança durante a realização deste trabalho.

A todos os professores da Área de Solos/UFRPE, especialmente ao professor Mateus Rosas Ribeiro, pelo apoio para a realização deste curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida.

Ao professor Liovando Marciano da Costa, pelo apoio, pelo incentivo, pelos conselhos e pelas contribuições durante a realização deste curso.

Aos professores Vítor Hugo Alvarez V. e Hugo Alberto Ruiz, pelas sugestões na parte estatística.

Ao Corpo Docente do Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Planta da UFV, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao professor Israel Pereira da Silva da UFRPE, pela colaboração na realização das análises estatísticas.

Ao professor Paulo Afonso Ferreira e à sua esposa, Maria Célia, pela amizade e pelo constante estímulo.

Ao professor Ronaldo Freira de Moura da UFRPE, pelas sugestões e pela colaboração durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas da UFRPE, Veras, Sherlânea, Fernando Freire, Betânia, Fernando Cartaxo, Estela e, especialmente, ao casal Ronaldo e Sandra, pelo apoio, pela amizade e pela agradável convivência.

À minha família, especialmente aos meus irmãos e sobrinhos, pelo apoio, carinho e incentivo em todos os momentos.

Aos engenheiros-agronômos Enéas Luciano Bezerra de Queiroz e José Fernando Wanderley Fernandes Lima e aos alunos de Agronomia da UFRPE Júlio César Oliveira e Fábio Barbosa Ferraz, pelo auxílio durante a fase inicial da instalação do experimento.

A todos os colegas do Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da UFV, especialmente a Deise, Márcio e Ecila, pela amizade e pelos momentos de descontração.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho se realizasse.

ÍNDICE

	Páginas
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Formação de solos afetados por sais.....	3
2.2. Classificação de solos afetados por sais.....	6
2.3. Recuperação de solos afetados por sais.....	8
2.4. Gesso de jazidas e gesso agrícola.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Solos	16
3.2. Descrição da área	17
3.3. Caracterização	18
3.3.1. Fração areia e silte	20
3.3.2. Fração argila.....	29
3.3.3. Ferro extraído por ditionito e por oxalato na fração argila ...	34
3.3.4. Determinação da necessidade de gesso.....	35
3.4. Ensaio em colunas	35
3.4.1. Descrição dos tratamentos	36
3.4.1.1. Combinação gesso e calcário.....	36
3.4.1.2. Método de aplicação	36
3.4.1.3. Granulometria de gesso e calcário	36
3.4.2. Preparo das unidades experimentais	37
3.5. Condução do experimento	37
3.6. Análise estatística.....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1. Condutividade elétrica, sódio solúvel e pH no lixiviado	39

	Páginas
4.4. Condutividade hidráulica dos solos	47
4.5. Cátions trocáveis, PST e pH dos solos	53
4.6. Cátions solúveis e condutividade elétrica do extrato da pasta saturada dos solos	71
5. CONCLUSÕES	79
BIBLIOGRAFIA	80
APÊNDICE	88
APÊNDICE A	89
APÊNDICE B	107

RESUMO

BARROS, Maria de Fatima Cavalcanti, D.S., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2001. **Recuperação de solos salino-sódicos pelo uso do gesso de jazida e calcário.** Orientador: Maurício Paulo Ferreira Fontes. Conselheiros: Liovando Marciano da Costa, Víctor Hugo Álvarez V. e Hugo Alberto Ruiz.

Com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de corretivos químicos sobre as propriedades físicas, químicas e na recuperação de solos salino-sódicos do Perímetro Irrigado de Custódia-PE, realizou-se um experimento em colunas de solo, instaladas no laboratório de salinidade do solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Os tratamentos foram dispostos em um delineamento em blocos casualizados, com arranjo fatorial de quatro solos, dois métodos de aplicação de gesso e gesso + calcário (aplicados na superfície e incorporados nos primeiros 5 cm da coluna de solo), duas combinações dos corretivos (100% de gesso + 0% de calcário e 80% de gesso + 20% de calcário), calculados com base na necessidade de gesso dos solos, e quatro faixas de granulometrias de gesso (2,0-1,0 mm, 1,0-0,5 mm, 0,5-0,3 mm e < 0,3 mm), com três repetições. Os componentes avaliados foram a condutividade elétrica, o sódio solúvel e o pH do lixiviado; a condutividade hidráulica, o pH e os cátions trocáveis dos solos; e a condutividade elétrica e os cátions solúveis do extrato da pasta saturada. A quantidade de gesso determinada em

laboratório pelo método de Shoonover modificado (Shoonover M-1) mostrou-se adequada no deslocamento do sódio trocável do complexo de troca. A aplicação de gesso e da mistura de gesso + calcário revelou-se uma técnica eficaz de correção da sodicidade dos solos em estudo, indicada por um efeito positivo sobre as características físicas e químicas dos solos, podendo ser recomendada como fontes de cálcio para à recuperação de solos salino-sódicos. A eficiência do gesso e da mistura gesso + calcário na recuperação dos solos mostrou-se superior quando os corretivos foram incorporados nos primeiros 5 cm das colunas de solos. Entre as granulometrias de gesso, as frações mais finas, G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm), apresentaram melhor desempenho na substituição do sódio trocável do complexo de troca.

ABSTRACT

BARROS, Maria de Fatima Cavalcanti, D.S. Universidade Federal de Viçosa, November 2001. **Reclamation of the saline-sodic soils by using the mined gypsum and limestone.** Adviser: Maurício Paulo Ferreira Fontes. Committee Members: Liovando Marciano da Costa, Víctor Hugo Álvarez V. and Hugo Alberto Ruiz.

Aiming to evaluate the effect from application of the chemical amendments on the physical and chemical properties as well as on reclamation of the saline-sodic soils in the "Perímetro Irrigado de Custódia", PE, an experiment was carried out in soil columns installed at the soil-salinity laboratory of the Universidade Federal Rural de Pernambuco. The treatments were arranged on a randomized block experimental design with a factorial scheme of four soils, two methods for applications of gypsum and gypsum plus limestone (applied on surface and incorporated into the first five centimeters of the soil column), two combinations of the chemical amendments (100% gypsum plus 0% limestone and 80% gypsum plus 20% limestone), calculated on the basis of soil gypsum requirements and four granulometry gypsum strips (2.0-1.0 mm; 1.0-0.5 mm; 0.5-0.3 mm and < 0.3 mm) with three replicates. The following components were evaluated: the electric conductivity, the soluble sodium and the leachate pH, the hydraulic conductivity, the pH and the exchangeable cations of the soils, the electric conductivity and the soluble

cations of the extract from saturated paste. The soil gypsum amount determined by the modified method of Shoonover (Shoonover M-1), under laboratory conditions, shows to be adequate in the displacement of the exchangeable sodium in the soil exchange complex. The applications of gypsum and the mixture of gypsum plus limestone showed to be an efficient technique for amendment of the soil sodicity, which was indicated by a positive effect on the physical and chemical characteristics of the soils, therefore they may be recommended as calcium source for reclamation of the saline-sodic soils. The efficiency of the gypsum as well as the gypsum plus lime mixture in reclamation of the soils shows to be superior, when the amendments are incorporated into the first five centimeters of the soil columns. Among the gypsum granulometry, the finest fractions, G3 (0.5-0.3 mm) and G4 (< 0.3 mm), presented better performance in replacing the exchangeable sodium of the exchange complex.

1. INTRODUÇÃO

Solos afetados por sais são normalmente encontrados em zonas áridas e semi-áridas, onde a evaporação é superior à precipitação. A drenagem interna deficiente apresentada em alguns solos dessas regiões, juntamente com a excessiva evaporação, produz a acumulação de sais solúveis e o incremento do sódio trocável na superfície e, ou, na subsuperfície dos solos.

A irrigação, sem um manejo adequado água-solo-salinidade, tem levado à salinização de extensas áreas na zona semi-árida de Pernambuco. Aproximadamente 20% da área total dos perímetros irrigados implantados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), neste Estado, encontra-se com problemas de salinidade e, ou, sodicidade (MAGALHÃES, 1995).

No Nordeste brasileiro, cerca de 30% da área total dos perímetros irrigados está afetada por altos teores de sais solúveis e pela elevada proporção de sódio trocável (GOES, 1977). Considerando que o investimento efetuado nas áreas irrigadas foi em média de 15 mil dólares por hectare, verifica-se a viabilidade econômica da recuperação desses solos.

A correção dos solos salino-sódicos e sódicos requer que o excesso de sódio trocável seja substituído pelo cálcio e que o produto dessa reação seja removido da zona radicular por lixiviação.

A fonte de cálcio mais comumente empregada é o gesso, por apresentar custo mais baixo e solubilidade moderada, quando comparado à de

outros corretivos. O gesso pode ser encontrado como minério (gesso de jazidas) ou como subproduto da indústria de fertilizantes (gesso agrícola). Pernambuco possui 83% das reservas de gesso de jazidas do País, localizadas próximo aos perímetros irrigados (MAGALHÃES, 1995).

A quantidade do corretivo necessária à recuperação de solos salino-sódicos ou sódicos pode ser determinada por método de laboratório ou calculada em função da percentagem de sódio trocável (PST) e da capacidade de troca de cátions (CTC).

A eficiência do gesso depende de sua dissolução. A taxa de dissolução do gesso no solo é influenciada por diversos fatores, principalmente pela forma de aplicação e pela granulometria do corretivo.

A utilização de calcário também constitui uma alternativa para recuperação de solos com problemas de sodicidade, quando os solos apresentam $\text{pH} < 7,5$ e não contêm carbonatos. Devido à sua baixa solubilidade, o calcário tem sido pouco recomendado. Seu efeito restringe-se principalmente a aumentar a concentração de eletrólitos: as trocas iônicas Na-Ca ocorrem de uma forma mais lenta. Em vista disto, o calcário em si não é suficiente para promover a dessodificação dos solos, porém se utilizado conjuntamente com gesso pode apressar o processo, talvez agindo como uma fonte contínua de cálcio solúvel.

A viabilidade do emprego de gesso + calcário como corretivo na recuperação de solos salino-sódicos do Nordeste do Brasil ainda não foi testada, tornando necessário pesquisas para determinar a granulometria adequada do gesso e do calcário, bem como as proporções ideais desses corretivos na recuperação dos solos da região.

Os objetivos do presente trabalho foram:

- Avaliar a eficácia do gesso aplicado ao solo em função da estimativa de laboratório no deslocamento do sódio trocável do complexo de troca.
- Avaliar a influência do tamanho das partículas e do método de aplicação do gesso nas propriedades físicas, químicas e na recuperação de solos salino-sódicos.
- Testar a aplicação de gesso + calcário como alternativa para à recuperação de solos afetados por sódio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Formação de solos afetados por sais

Na salinização natural ou primária dos solos, a principal fonte de sais solúveis são os minerais primários. Durante o processo de intemperização química desses minerais ocorre a liberação de íons para a água. Este processo pode ser exemplificado com a hidrólise da albita (MAGALHÃES, 1983; TAN, 1994).



Em regiões de clima úmido e subúmido, os sais solúveis, representados pelo íon Na^+ na reação acima, tendem a percolar para o lençol freático ou serem arrastados pela água de escoamento superficial para o sistema de drenagem local e, finalmente, para o mar.

Em regiões áridas ou semi-áridas, devido à baixa precipitação pluvial, ao alto índice de evaporação e à topografia, os sais tendem a se acumular no solo em consequência da pequena lixiviação interna no perfil do solo.

Outra importante fonte responsável pela salinização natural desses solos, mesmo quando não são irrigados, é a água do lençol freático. A concentração de sais, medida pela condutividade elétrica (CE) dessa água, pode atingir valores superiores a 3,00 dS/m, dependendo de sua origem e das

rochas com que esteve em contato. A água do lençol freático, quando não muito profundo, tende a ascender por capilaridade, causando a salinização das camadas superficiais do solo, quando ocorre a evaporação (OLIVEIRA, 1997).

Raramente a decomposição de minerais primários *in situ* provoca acúmulo de sais no solo em níveis prejudiciais ao desenvolvimento vegetal. Para formação de solos afetados por sais, estes são geralmente transportados pela água, que é o principal agente transportador. Ao atingirem depressões com drenagem deficiente, ocorre a acumulação de água, que ao se evaporar promove a acumulação de sais na superfície e, ou, subsuperfície do solo. SUMNER (1995) relatou que os solos de regiões áridas e semi-áridas liberam cerca de 3 a 5 mmol/L de cálcio e magnésio para a solução, como resultado da dissolução de feldspatos, plagioclásios, hornblenda e outros minerais de fácil intemperização

Estudando solos aluviais do baixo Açu-RN, OLIVEIRA (1988) constatou a predominância de plagioclásio sódico e feldspato potássico na mineralogia das frações areia e silte. O autor concluiu que o suprimento de elementos desses minerais pode favorecer a salinização e a sodificação dos solos. Resultado semelhante foi obtido por CORRÊA (2000), para solos aluviais de Sousa-PB. A análise da fração areia indicou a presença de elementos como o potássio, contido no microclínio e na mica; o sódio, possivelmente presente na albita; e o cálcio, provavelmente oriundo da anortita.

MARQUES et al. (1999), em trabalho com solos aluviais do perímetro irrigado de Custódia-PE, objetivando determinar os minerais que favoreceriam a salinização e a sodificação, identificaram na fração areia e silte a presença de mica e feldspato. Os autores concluíram que o produto de decomposição da mica e do feldspato pode contribuir para promover ou aumentar a salinidade e sodicidade dos solos. Contudo, devido às condições climáticas da área e as soluções percolantes, o intemperismo é vagaroso, sendo pequena esta contribuição para o solo.

Solos salinos também são formados em regiões úmidas, quando existe invasão de água do mar no local. Os solos indiscriminados de mangues são exemplos de solos salinos encontrados na zona do litoral de todos os Estados do Nordeste, porém são de pouca representatividade.

Solos afetados por sais ocorrem extensivamente sob condições naturais, mas os mais sérios problemas de salinização são representados por solos anteriormente produtivos que se tornam salinos devido à irrigação. Esta salinização é comumente chamada de salinização secundária ou antrópica.

A técnica da irrigação sem o adequado manejo do solo e da água tem levado à salinização e sodificação de extensas áreas na zona semi-árida do Ceará (COELHO e FERREYRA, 1986), da Paraíba (CORDEIRO et al., 1988) e de Pernambuco (MAGALHÃES, 1995). Segundo AMORIM et al. (1997), em Petrolina-PE/Juazeiro-BA, no projeto Bebedouro, implantado na década de 70, que consta de uma área irrigada de cerca de 39.000 ha, já se verifica queda da produção agrícola em aproximadamente 12,5% desta área, devido a problemas de salinização dos solos.

Outro fator que não pode ser desprezado na indução da salinidade por ações antropogênicas é a aplicação de adubos com índice salino elevado. O uso indiscriminado e excessivo desses insumos pode induzir a um incremento da pressão osmótica na solução do solo, prejudicando muitas vezes a germinação das sementes e o desenvolvimento de plantas muito jovens. Na região de Mossoró-RN, o rendimento das culturas decresceu em três anos de cultivo, o que indica que a água (chuva e irrigação) não foi suficiente para lixiviar os sais, oriundos em grande parte dos adubos aplicados, para uma profundidade abaixo da zona de crescimento das raízes (OLIVEIRA, 1997).

Na tentativa de viabilizar o uso de água de poços altamente salina, imprópria para consumo humano e animal, vários dessalinizadores estão sendo instalados na região semi-árida do Nordeste do Brasil. Os rejeitos ou subprodutos desta técnica de purificação de água estão sendo despejados no solo, sem nenhum tratamento. Os dados obtidos por AMORIM et al. (1997) indicam que em Petrolina-PE, na Comunidade de Rajada, a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE) alcançou valor > 12 dS/m e a porcentagem de sódio trocável (PST) já atingiu valor $> 15\%$, nos primeiros 30 cm do solo, nos locais onde os rejeitos são depositados.

2.2. Classificação de solos afetados por sais

Os solos afetados por sais contêm sais solúveis e, ou, sódio trocável em quantidade suficiente para reduzir ou interferir no desenvolvimento vegetal e, conseqüentemente, na produção das culturas. Nesse grupo estão incluídos os solos salinos, solos salino-sódicos e solos sódicos. A classificação tradicional para estes solos foi proposta por RICHARDS (1954), de acordo com as características de condutividade elétrica do extrato de saturação (CE), pH da pasta saturada e percentagem de sódio trocável (PST). Esta classificação apresenta os limites indicados no Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação de solos afetados por sais

Tipo de Solo	CE (d S/m)	PST (%)	pH
Normal	< 4	< 15	< 8,5
Salino	≥ 4	< 15	< 8,5
Salino-sódico	≥ 4	> 15	≥ 8,5
Sódico	< 4	≥ 15	≥ 8,5

Na Austrália, RENGASAMY e OLSSON (1991) relataram a ocorrência de três tipos de solos sódicos: solos sódicos alcalinos, solos sódicos neutros e solos sódicos ácidos. Os solos sódicos alcalinos incluem os solos com alta concentração de CO_3^{2-} e HCO_3^- solúveis, sendo estes os principais fatores responsáveis pelo seu pH alcalino. Os solos sódicos neutros ocorrem em áreas com precipitação pluviométrica < 550 mm/ano e são caracterizados pela baixa concentração de CO_3^{2-} e HCO_3^- solúveis, com predominância de Cl^- e SO_4^{2-} solúveis. Os solos sódicos ácidos são menos comuns, mas geralmente ocorrem em áreas com precipitação pluviométrica de 550-750 mm/ano e são caracterizados pela lixiviação de Ca e Mg do complexo de troca. NAIDU et al. (1995) definiram que para as condições australianas um solo é considerado sódico quando apresenta uma PST > 6 no perfil do solo, da superfície até 1 m de profundidade. Os autores relataram também que o termo solos sódicos deve ser usado para referir situações em que o comportamento físico do solo é apreciavelmente afetado pela presença de sódio trocável (degradação da estrutura).

SILVEIRA (2000) mencionou que, com base nos critérios descritos por Richards (1954), OLIVEIRA et al. (1992) classificaram os solos salinos como Solonchack e os definiram como solos pouco diferenciados, que possuem mais comumente seqüência de horizontes A-Cgz ou Az-Cgz, apresentando horizonte sálico no caso de salinização mais intensa. Podem apresentar grande variação de cor, textura e valores de atributos químicos, sendo contudo caracterizados pela alta salinidade. Os solos sódicos, classificados como Solonetz solodizado, são solos com predominância de argilas de atividade alta, com elevados teores de sódio trocável e saturação por bases. Possuem diferenciação de horizontes com contraste muito grande entre os horizontes A, E e Btn, apresentando estrutura colunar ou prismática bem desenvolvida, formada por material coeso de consistência extremamente dura quando seco e firme a extremamente firme quando úmido, limitando a penetração de raízes, água e ar.

Os solos salino-sódicos são solos que apresentam excesso de sais solúveis e alta percentagem de sódio trocável (PST), resultante dos processos combinados de salinização e sodificação (RICHARDS, 1954).

Os solos com altos teores de sódio no complexo de troca apresentam condições físicas desfavoráveis, que decorrem da dispersão dos colóides e da degradação da estrutura. Estes fenômenos reduzem a permeabilidade do solo à água e ao ar. Investigando o comportamento de floculação e dispersão de vários minerais de argila e solos, ARORA e COLEMAN (1979) observaram que a saturação do complexo de troca com íons divalentes reduz significativamente a repulsão interpartículas. Os autores constataram ainda que a maioria dos solos e minerais de argila foi dispersa a uma concentração eletrolítica de 5 a 8 mmol/L para valores da relação de adsorção de sódio (RAS) igual a 15.

Estudando o efeito da aplicação de gesso em solo salino-sódico do Paquistão, QADIR et al.(1996) observaram que o gesso aplicado na quantidade de 100% da necessidade do solo favoreceu a floculação da argila dispersa, o que resultou em aumento na taxa de infiltração de água no solo e, portanto, facilitou a lixiviação dos sais solúveis da coluna de solo. Resultados semelhantes foram relatados por RAMIREZ et al. (1999) e SILVEIRA (2000), trabalhando com solos salino-sódicos da Venezuela e do Brasil, respectivamente.

A remoção do sódio após a adição de gesso reduz a dispersão das argilas, o que, indiretamente, também proporciona aumento da estabilidade

estrutural dos agregados, da condutividade hidráulica e da lixiviação dos sais. SILVEIRA et al. (1999), avaliando o uso de gesso incorporado a um solo salino-sódico sobre a formação e estabilidade de agregados, observaram a tendência de formação de novos agregados mais estáveis e o aumento substancial da condutividade hidráulica do solo.

2.3. Recuperação de solos afetados por sais

A recuperação de solos salinos, salino-sódicos e sódicos tem como objetivo principal a redução da concentração dos sais solúveis e do sódio trocável do solo a um nível não prejudicial ao desenvolvimento das culturas. A diminuição do grau de salinidade envolve o processo de solubilização e a conseqüente remoção pela água de percolação. A diminuição do teor de sódio trocável envolve o seu deslocamento do complexo de troca pelo cálcio antes do processo de lixiviação.

A literatura cita o desenvolvimento de diversas técnicas de manejo para à recuperação de solos salinos, salino-sódicos e sódicos, dentre estas as mais comuns são: lixiviação do perfil, aplicação de corretivos químicos, revolvimento mecânico e incorporação de restos vegetais.

FERREIRA (1997) dividiu essas técnicas em práticas de manejo de longo prazo e de curto prazo. Dentre as de longo prazo, que visam evitar os impactos da acumulação de sais na zona radicular, estão a drenagem, a lixiviação e a substituição do cultivo de plantas sensíveis à salinidade por culturas mais tolerantes. As práticas de manejo a curto prazo mais utilizadas são as irrigações mais freqüentes, o leito de plantio adequado e a semeadura no local correto no leito de plantio.

PALKHIWALA e SHAH (1975) indicaram as seguintes práticas como fundamentais para à recuperação de solos salino-sódicos:

- a) Lixiviação dos sais, com conseqüente decréscimo nos níveis de salinização.
- b) Aumento do teor de cálcio no solo, em substituição ao sódio no complexo de troca, por tratamentos químicos.
- c) Melhora da estrutura do solo e aumento da condutividade hidráulica do solo, por métodos químicos, mecânicos ou biológicos.

O aumento do teor de cálcio é feito com a aplicação de corretivos químicos. Na seleção do corretivo a ser utilizado, é necessário levar em consideração alguns fatores, como as propriedades químicas e físicas do solo, o tempo previsto para recuperação, a quantidade de água utilizada na lixiviação, a capacidade de drenagem do solo e os custos envolvidos no uso do corretivo, da água e na aplicação de ambos.

Por apresentar menor custo, fácil manuseio e relativa facilidade com que é encontrado no mercado, quando comparado a outros corretivos, o gesso é o produto mais utilizado para correção de solos salino-sódicos (PEREIRA et al., 1986; ALCORDO e RECHCIGL, 1993; QADIR et al., 1996; HOLANDA et al., 1998; RAMIREZ et al., 1999).

2.4. Gesso de jazidas e gesso agrícola

O gesso de jazidas é um minério que ocorre abundantemente em todo o mundo e cuja solubilidade é cerca de 2,4 g/L a 25 °C. Geralmente, ocorre como a forma dihidratada ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), embora a semi-hidratada ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) e a anidra (CaSO_4) sejam também encontradas naturalmente. No Brasil, o gesso é encontrado na Chapada do Araripe, na divisa dos Estados de Pernambuco e Ceará. Os depósitos de gesso podem apresentar impurezas de carbonatos de cálcio e magnésio, sais de sulfato, assim como de óxidos de cálcio, magnésio e ferro (SHAINBERG et al., 1989).

O gesso agrícola é um subproduto da produção industrial do ácido fosfórico, proveniente da digestão da rocha fosfática pelo processo de acidulação. O ácido fosfórico resultante é utilizado na fabricação de fertilizantes fosfatados concentrados, enquanto o subproduto (gesso agrícola) é coletado como resíduo. Nas últimas décadas o gesso agrícola vem sendo empregado com bastante êxito na recuperação de solos salino-sódicos e sódicos (PEREIRA et al., 1986; ALCORDO e RECHCIGL, 1993; LIANG et al., 1995).

Por apresentar metais pesados e radioisótopos em sua composição, alguns autores afirmam que o uso do gesso agrícola como corretivo de solos sódicos requer um criterioso monitoramento do solo e da água, a fim de prevenir possíveis contaminações ambientais. Entretanto, dados publicados por MALAVOLTA (1992) demonstraram que a radiação emitida a menos de 1 km

das pilhas, ou lagoas de sedimentação do gesso agrícola, não se distingue daquela causada pela radioatividade natural do ambiente.

Em sua revisão sobre o uso do gesso agrícola na agricultura, ALCORDO e RECHCIGL (1993) comentam que as impurezas contidas no gesso agrícola, como metais pesados, radioisótopos e ácidos residuais, não constituem poluentes ambientais de solo, de plantas e atmosfera, em taxas normalmente utilizadas na prática agrícola. Segundo FREITAS (1992), o gesso agrícola produzido no Brasil é classificado como resíduo sólido não-perigoso e não-inerte, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A quantidade de gesso necessária para reduzir a percentagem de sódio trocável dos solos salino-sódicos e sódicos pode ser calculada em função da percentagem de sódio trocável que se deseja substituir, da capacidade de troca de cátions do solo e da profundidade do solo a ser recuperada, ou pode ser determinada por um teste de laboratório que envolve o equilíbrio entre o solo e uma solução saturada de gesso.

O método de determinação da necessidade de gesso descrito e recomendado como padrão pela EMBRAPA (1997) segue o procedimento de SCHOONOVER (1952), que consiste em agitar 5 g de uma amostra de solo com uma solução saturada de gesso (100 mL); o decréscimo de cálcio na solução de equilíbrio, quando calculada para corresponder à profundidade do solo no campo dá a necessidade de gesso a ser aplicada no mesmo. Os métodos de laboratório baseiam-se em variações do método de Schoonover, entretanto os sais solúveis presentes no solo interferem na determinação da necessidade de gesso, segundo o procedimento de Schoonover. Modificações nesta metodologia, para eliminação da interferência de carbonatos e bicarbonatos solúveis, são apresentadas por ABROL et al. (1975), RHOADES e CLARK (1978), CHAUHAN e CHAUHAN (1979). Uma pesquisa para eliminação da interferência de cálcio e magnésio solúveis foi desenvolvida em solos salino-sódicos de Pernambuco, por BARROS e MAGALHÃES (1989). Os autores sugerem que esta interferência seja eliminada, determinado-se a concentração de cálcio e magnésio extraído com água, sendo esse valor subtraído da concentração de cálcio + magnésio, determinada pelo método de Schoonover.

Em trabalho para à recuperação de um solo salino-sódico da Paraíba, SANTOS (1995) constatou que a quantidade de gesso aplicada ao solo,

determinada com o uso da metodologia proposta por BARROS e MAGALHÃES (1989), mostrou-se eficiente na eliminação do sódio trocável, garantindo o sucesso na recuperação do solo.

A eficiência do corretivo pode ser avaliada em função de quantificações químicas, como a quantidade de sódio trocável substituída, ou físicas, como a taxa de infiltração, a condutividade hidráulica e a estabilidade de agregados.

A baixa taxa de infiltração apresentada pelos solos sódicos e salino-sódicos pode ser atribuída ao alto estado de dispersão dos colóides, como sugeriram PALKIWALA e SHAH (1974). Os autores verificaram que a aplicação de gesso como corretivo proporcionou o aumento de 100% na taxa de infiltração de solos salino-sódicos calcários. Resultados idênticos foram observados por SUHAYDA et al. (1997), para solos da China. No tratamento com gesso a taxa de infiltração foi de 8,0 cm/min, enquanto para o tratamento que não recebeu gesso a taxa de infiltração não excedeu a 1,0 cm/min.

Em estudo para avaliar o aumento na permeabilidade de um solo salino-sódico depois da aplicação de 10 t/ha de gesso, McINTYRE et al. (1982) verificaram que em 143 dias de inundação ocorreu uma infiltração de 605 mm de água, enquanto o tratamento que não recebeu gesso só infiltrou 292 mm de água em 379 dias. Os autores observaram ainda que os sais se movem tanto através dos macroporos quanto dos microporos e que a acumulação de cloreto ocorreu a 2,8 m de profundidade na presença de gesso e a 1,0 m de profundidade na ausência de gesso.

A relação entre a quantidade de gesso utilizada no processo de troca (gesso dissolvido) e a fração de sódio trocável substituído foi testada por BARROS e MAGALHÃES (1988). Os autores demonstraram que a quantidade de gesso dissolvido pode ser descrita por uma função quadrática e que o coeficiente de determinação encontrado ($R^2 = 0,889$) indica existir uma nítida relação entre o gesso dissolvido e o sódio trocável substituído.

A eficiência do gesso como corretivo é dependente da dissolução. Alguns dos fatores que influenciam a taxa de dissolução do gesso no solo são a granulometria das partículas do gesso, a velocidade de infiltração da água no solo durante a lixiviação, a composição física, química e mineralógica do solo, a atividade de Ca^{2+} na solução do solo, que é essencialmente controlada pela fração sólida do gesso, e a taxa de difusão do Na^+ para fora dos pontos de

troca (HIRA e SINGH, 1980; OSTER e FRENKEL, 1980; KEREN e O'CONNOR, 1982; GOBRAN e MIYAMOTO, 1985; RAHMAN et al., 1996).

No Brasil não existe nenhuma especificação sobre a qualidade do gesso em termos de granulometria. Nos Estados Unidos, de acordo com RICHARDS (1954), 85% do material deve passar por uma peneira de 100 mesh (0,149 mm).

A forma de aplicação e a granulometria do corretivo determinam a extensão e a rapidez do processo de recuperação. ABROL et al. (1975) observaram que a incorporação do gesso a 45 cm de profundidade, quando comparada à aplicação superficial, aumentou em 18 vezes a condutividade hidráulica de solos com problemas de sais e sódio trocável.

Em estudo com solo salino-sódico da Paraíba, Agra e Cavalcante (1992), citados por SANTOS (1995), verificaram que a incorporação do gesso nesse solo, quando comparada com a aplicação em superfície, revelou maior eficiência na correção da salinidade e da sodicidade e que tal superioridade é consequência da maior solubilização do gesso incorporado e, portanto, do aumento na eficiência de substituição do sódio trocável.

Aplicando 5 t/ha de gesso agrícola na superfície de um solo sódico, AGASSI et al. (1990) constataram acentuada redução no escoamento superficial da água. Os autores atribuíram este efeito ao aumento na concentração de eletrólitos, o que favoreceu a maior infiltração de água no solo.

A solubilidade do gesso está diretamente relacionada com o tamanho das partículas. Quanto maior a área superficial das partículas de gesso, maior será a área de contato para dissolução. Este efeito foi constatado por CHAWLA e ABROL (1982b), em colunas de solo. Os autores observaram aumento na permeabilidade do solo com o tempo. O tempo requerido para atingir a permeabilidade máxima era dependente da granulometria do gesso. As frações mais finas, por apresentarem maior solubilidade e maior reatividade, provocaram uma concentração eletrolítica inicial mais alta e um maior deslocamento do sódio, diminuindo o tempo requerido para recuperação.

Estudando a dissolução do gesso em água, HIRA e SINGH (1980) verificaram maior eficiência quando as partículas possuíam diâmetros < 0,1 mm, quando comparadas com as partículas com diâmetro > 2 mm. PIZARRO (1985) e CHAWLA e ABROL (1982a) relataram que os melhores resultados na

recuperação de solos sódicos são obtidos com o uso de partículas de gesso de diâmetro inferior a 2 mm.

El Gibaly (1960), citado por CHAWLA e ABROL (1982a), não observou diferença significativa no total de sódio substituído, quando um solo sódico foi lixiviado após tratamento com gesso de frações granulométricas $< 0,149$ mm, $< 0,105$ mm e $< 0,074$ mm. O autor observou também que a quantidade de sódio removida nestes tratamentos foi mais elevada quando comparada ao tratamento com gesso de granulometria igual a 0,250 mm.

A eficiência do gesso, quando adicionado ao solo com o objetivo de diminuir sua percentagem de sódio trocável (PST) e melhorar suas características físicas, depende de vários fatores limitantes, como: a) a solubilidade em relação à adsorção do sódio (RAS) e condutividade elétrica (CE) da solução do solo; b) a forma de aplicação do corretivo; c) a PST do solo; e d) o tamanho das partículas do gesso.

MUSTAFA e ABDEL-MAGID (1981) não observaram efeito significativo da aplicação de gesso na redução da PST de solos altamente salino-sódicos. Entretanto, BARROS e MAGALHÃES (1995), trabalhando com solos salino-sódicos do Nordeste do Brasil, relataram que a aplicação de gesso corrigiu a PST para valores menores que 15% para todos os solos estudados. Resultados semelhantes foram obtidos por SILVEIRA (2000), em estudo com solos salino-sódicos de Custódia-PE, e corroboram com os resultados obtidos por AHAMAD et al. (1997), em trabalhos com solo salino-sódico em colunas de solo, os quais observaram que a aplicação de gesso teve influência significativa na redução da PST do solo, decorrente de uma remoção de 96% do sódio trocável do complexo de troca.

KEREN e O'CONNOR (1982) observaram que para valores altos da PST do solo na camada solo + gesso a taxa de dissolução de gesso foi aumentada, entretanto quando a PST desta camada era baixa (depois da recuperação) somente a velocidade da água no solo, a efetiva área de superfície dos fragmentos de gesso e a composição da água de irrigação controlaram a taxa de dissolução.

De acordo com SAMPAIO (1993), a variação da concentração de cálcio na solução do solo depende tanto da taxa de dissolução quanto do tempo de contato de água: gesso. Desta forma, com o incremento do fluxo de água no

solo aumenta a taxa de dissolução, mas diminui o tempo de contato. O equilíbrio dinâmico ocorre quando a velocidade da água é menor do que a taxa de liberação do sulfato de cálcio das partículas e, ou, quando existe área superficial suficiente para alcançar o equilíbrio durante a lixiviação.

Segundo SUMNER (1995), dois aspectos são de fundamental importância na recuperação de solos sódicos: a redução do sódio trocável e o aumento na concentração eletrolítica da solução do solo. A manutenção de uma concentração de eletrólito para manter as argilas floculadas é fundamental, porque determina a taxa de infiltração de água no solo e previne o decréscimo da condutividade hidráulica, refletindo-se em menor tempo para que a recuperação seja alcançada.

A eficiência do calcário na manutenção da condutividade hidráulica de solos sódicos foi confirmada pelos estudos realizados por SHAINBERG e GAL (1982). Os autores adicionaram 2% (% por peso) de CaCO_3 a solos sódicos não-calcários e mediram o decréscimo na condutividade hidráulica em resposta à lixiviação com água destilada. Os dados obtidos demonstraram que a adição de CaCO_3 resultou em uma concentração de eletrólitos suficiente na solução do solo, capaz de manter a condutividade hidráulica em níveis tão altos que asseguraram o sucesso da recuperação dos solos, em relação a solos que não receberam calcário.

Na Austrália, a recomendação de calcário para redução de problemas de sodicidade é pouco utilizada, em razão de sua baixa solubilidade em água em relação ao gesso. Entretanto, a aplicação de calcário em solos sódicos e salino-sódicos com $\text{pH} < 7,5$ vem sendo recomendada na Califórnia, há várias décadas (RICHARDS, 1954).

McKENZIE et al. (1995) demonstraram que em solos australianos com $\text{PST} > 7$ a mistura de gesso (5,0 t/ha) com calcário (2,4 t/ha) apresentou melhor resultado na diminuição do Na^+ trocável. Em solos menos sódicos ($\text{PST} \cong 6$), o calcário (4,8 t/ha) foi a melhor opção. É bom salientar que na Austrália um solo é considerado sódico quando apresenta uma $\text{PST} > 6$.

Em detalhada revisão de literatura, NAIDU et al. (1995) indicaram o uso de corretivos químicos como gesso, cloreto de cálcio e carbonato de cálcio para fornecer o cálcio requerido para correção de solos sódicos. Os autores também mencionaram o uso do solo como fonte de cálcio, por meio da mistura do solo de superfície (pobre em CaCO_3) com o subsolo (rico em CaCO_3),

seguida de lixiviação para solubilização e subsequente remoção do sódio para profundidade abaixo da zona radicular.

Em estudo para comparar a eficiência do gesso (corretivo químico) e do cultivo de *Leptochloa fusca*, comumente conhecida como grama kallar (corretivo biológico), na recuperação de solos salino-sódicos calcários (9,4% de CaCO_3), em colunas de solo, QADIR et al. (1996) verificaram que o cultivo da grama kallar causou marcante decréscimo no conteúdo de calcário do solo. Esta evidência comprova que as raízes da gramínea afetaram o ambiente químico do solo pela dissolução do CaCO_3 nativo, fornecendo Ca^{2+} para solução do solo; este Ca^{2+} substituiu o Na^+ no complexo coloidal, que posteriormente foi lixiviado das colunas de solo. A eficiência dos tratamentos na lixiviação do sódio e no decréscimo da sodicidade (RAS) e do pH do solo foi na ordem de gesso (100% da necessidade de gesso) > grama kallar > gesso (50% da necessidade de gesso).

O efeito dos níveis da PST sobre a solubilidade do CaCO_3 nativo do solo foi demonstrado por OSTER e SHAINBERG (1979) para solos sódicos calcários. Os autores concluíram que a presença de CaCO_3 e a alta PST contribuíram positivamente para manter o equilíbrio da concentração de sais na solução do solo, oriundos da dissolução do CaCO_3 , e conseqüentemente evitar a dispersão da argila. Resultados semelhantes foram relatados por RENGASAMY (1983), para solos que continham pequena quantidade de CaCO_3 (< 0,2%), e por MINHAS e SHARMA (1986), para dois solos que continham somente traços de CaCO_3 .

De acordo com McKENZIE et al. (1995), as vantagens da combinação de gesso e calcário para correção de solos sódicos podem ser resumidas em: a) garantir um imediato efeito sobre a concentração de eletrólitos e PST (efeito do gesso); e b) manter uma concentração eletrolítica necessária por um longo período de tempo (efeito do calcário).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Solos

Os materiais de solos utilizados neste estudo, que daqui por diante serão denominados solos, foram coletados em lotes do Perímetro Irrigado de Custódia-PE, que apresentavam problemas de sais e sódio trocável, de acordo com o levantamento feito por integrantes dos projetos de pesquisas “Efetividade Agrônômica do Uso de Gesso na Recuperação de Solos Salino-Sódicos” (MAGALHÃES, 1989) e “Reabilitação de Áreas Degradadas nos Perímetros Irrigados do DNOCS em Pernambuco” (RIBEIRO,1999). Foi coletado um total de quatro amostras de solo (S1, S2, S3 e S4).

Para coleta das amostras de solos, foi utilizado o procedimento descrito por MAGALHÃES (1987). A amostra representativa de cada lote (amostra composta) foi obtida pela mistura de 20 amostras simples, composta de cinco subamostras, coletadas por meio de tradagem (trado de caneco). A profundidade de amostragem foi entre 0 e 30 cm.

Os solos dessa área são aluviais e foram classificados por RIBEIRO (1999) como Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos solódicos, salino-sódicos e sódicos, textura argilosa/média/arenosa, fase caatinga de várzea relevo plano.

3.2. Descrição da área

A área dos solos em estudo pertence à microrregião do Sertão do Moxotó, que abrange os municípios de Betânia, Custódia, Ibimirim, Inajá, Sertânia e Tacaratu, com uma área de 9.804 km². Apenas Tacaratu se encontra em área de serra úmida (DNOCS, 1966; ANDRADE, 1984; BARROS, 1986). Para JACOMINE et al. (1973), devem ser acrescentadas a essa microrregião áreas pertencentes a Arcoverde e Águas Belas, municípios transicionais entre o agreste e o sertão.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima em Custódia é do tipo BShw, semi-árido, quente e seco, com alternância de duas estações nitidamente delimitadas: a das chuvas, que ocorre de janeiro a junho, e a estação seca, que se estende de julho a dezembro, apresentando valores médios de precipitação pluvial de cerca de 700 mm.

A localização do perímetro Irrigado de Custódia é definida pelas coordenadas geográficas de 08°05'00" e 08°08'00" de latitude sul e 37°37'30" e 37°38'00" de longitude a oeste de Greenwich. A capacidade de acumulação do Açude Público de Custódia é de aproximadamente 22 milhões de m³.

O perímetro estende-se ao longo da planície aluvionar do riacho Custódia, em uma extensão de aproximadamente 12 km, tomando-se como referência inicial a barragem do açude (DNOCS, 1972). A condução e a distribuição da água ocorrem por gravidade, por meio de canais revestidos em concreto e, ou, pré-moldados.

Os lotes têm aproximadamente 4,5 ha, destinados a pequenos agricultores que cultivam, principalmente, banana, tomate, milho e feijão. Nessa área foram instalados vários poços amazonas, que ajudam na irrigação em períodos de estiagem mais prolongado, como o atual, em que o nível do reservatório encontra-se extremamente baixo. Segundo comunicação pessoal da diretora técnica dos perímetros irrigados em Pernambuco, a irrigação via reservatório foi suspensa em 1992. Entretanto, em observação local em setembro de 1999, constatou-se ainda irrigação com água do açude no lote 1, mantendo uma produção de banana economicamente viável.

3.3. Caracterização

Depois de coletadas, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de malha. Antes desse processamento foram retirados torrões, para obtenção da densidade do solo.

A pasta saturada foi preparada seguindo a metodologia descrita por RICHARDS (1954). No extrato da pasta saturada foram determinados a condutividade elétrica (CE), o pH, o cálcio e o magnésio por espectrofotometria de absorção atômica; o sódio e o potássio por fotometria de chama; o carbonato e o bicarbonato por titulação com H_2SO_4 0,005 mol/L; e o cloreto por titulação com AgNO_3 0,025 mol/L (EMBRAPA, 1997). O sulfato foi determinado por colorimetria com precipitação com cromato de bário, seguindo a metodologia descrita por MAGALHÃES (1987).

Utilizando os valores obtidos para cálcio, magnésio e sódio solúveis, quantificaram-se os valores para a relação de adsorção de sódio (RAS), usando a expressão $\text{RAS} = (\text{Na}^+) / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{1/2}$.

Aplicando ainda a metodologia sugerida por RICHARDS (1954), foram determinados: o pH dos solos na relação solo-água (1:2,5) e a capacidade de troca de cátions (CTC), pelo método do acetato de sódio. Os cátions trocáveis foram extraídos com uma solução de acetato de amônio 1 mol/L a pH 7,0. Após a extração, o sódio e o potássio foram determinados por fotometria de chama e o cálcio e o magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica. A percentagem de sódio trocável (PST) foi obtida a partir dos dados da CTC e do sódio trocável, pela equação $\text{PST} = (\text{Na}^+/\text{CTC}) \times 100$.

A matéria orgânica foi determinada pelo método de Walkey-Black modificado (EMBRAPA, 1997), o equivalente de carbonato de cálcio por titulação e o gesso por precipitação (RICHARDS, 1954).

A composição granulométrica foi determinada pelo método de BOYOUCOS (1962), após lavagem com etanol a 60%, até a eliminação total de cloretos. Utilizando a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997), foram determinados: a densidade das partículas, pelo método do balão volumétrico; a densidade do solo, pelo método do torrão parafinado; e a condutividade hidráulica, pelo método descrito para solos com estrutura deformada.

Os resultados da composição química e física das amostras de solos estão apresentados nos Quadros 2, 3 e 4.

Quadro 2 - Composição do extrato da pasta saturada dos solos

Amostra	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	*CE	**RAS
	mmol/L								- dS/m -	
S1	3,62	2,53	55,60	0,63	60,06	1,02	0,00	0,80	6,12	31,71
S2	5,46	4,34	74,86	0,84	84,12	1,35	0,00	0,97	8,38	33,82
S3	4,60	3,87	164,50	0,33	173,00	1,46	0,00	1,25	17,20	79,94
S4	3,28	2,75	50,07	0,51	53,48	0,83	0,00	0,30	5,24	28,84

*CE = condutividade elétrica do extrato da pasta saturada e **RAS = relação de adsorção de sódio.

Quadro 3 - Características químicas das amostras de solos

Amostra	Cátions Trocáveis				*NG	CTC	Gesso	**PST	***pH	Matéria Orgânica	CaCO ₃ Equivalente
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺							
cmol/dm ³				%		%		- dag/kg -		%	
S1	6,71	2,92	5,40	0,27	6,45	15,35	0,00	35,18	7,01	1,24	0,00
S2	7,08	2,12	6,23	0,32	6,98	15,80	0,00	39,43	7,17	0,81	0,00
S3	0,86	1,21	11,80	0,17	12,86	14,01	0,00	84,23	7,30	0,20	0,00
S4	3,87	2,22	2,90	0,25	3,31	9,31	0,00	31,15	6,90	0,94	0,00

*NG = necessidade de gesso, **PST = percentagem de sódio trocável e *** pH = H₂O relação 1: 2,5.

Quadro 4 - Características físicas das amostras de solos

Amostra	Análise Granulométrica			Classe Textural	Condutividade Hidráulica	Densidade das Partículas	Densidade do Solo	Porosidade Total
	Areia	Silte	Argila					
%					cm/h	g/cm ³	m ³ /m ³	
S1	49	28	23	Franco	0,17	2,54	1,50	0,41
S2	29	43	28	Franco-argiloso	0,04	2,52	1,50	0,40
S3	61	25	14	Franco-argilo-arenoso	0,00	2,61	1,60	0,39
S4	70	18	12	Franco-arenoso	0,29	2,63	1,60	0,39

A caracterização mineralógica das frações areia, silte e argila foi realizada por difração de raios X (JACKSON, 1979; WHITTIG e ALLARDICE, 1986), com equipamento Rigaku, Sistema Geigerflex D/max-II A, com tubo de cobre e ferro. Os difratogramas obtidos foram interpretados de acordo com CHEN (1977), e estão apresentados nas Figuras de 1 a 12.

3.3.1. Fração areia e silte

A mineralogia dos solos aluviais apresenta grande variação, tanto entre solos como em profundidade em um mesmo perfil. Essa diversificação é resultante da gênese desses solos, formados pela deposição de sedimentos carregados pelas águas que estiveram em contato com rochas de diferentes constituições mineralógicas.

Os difratogramas apresentados nas Figuras de 1 a 4, referentes à mineralogia da fração areia, permitem visualizar as reflexões correspondentes: quartzo (0,434, 0,340, 0,334, 0,250, 0,246, 0,228, 0,213 e 0,198 nm), feldspato (0,666, 0,424, 0,412, 0,324, 0,322, 0,321 e 0,292 nm), plagioclásio (0,386, 0,366, 0,350, 0,322, 0,286, 0,292 e 0,253 nm), anfibólio (0,314 e 0,272 nm) e mica (0,334, 0,307, 0,292 e 0,245 nm). A reflexão de 1,821 nm indica a possível existência de esmectita.

Para a fração silte (Figuras de 5 a 8), além dos minerais detectados na fração areia, podem ser constatadas as presenças de caulinita, pelas reflexões (0,700, 0,350 - 0,357 nm), e de esmectita, pelas reflexões (1,791, 1,424 e 1,500 nm). Estudando a mineralogia das frações areia e silte de solos desenvolvidos de diferentes materiais de origem e estádios de intemperização, MELO et al. (2000) constataram que as frações areia e silte dos solos jovens apresentaram minerais primários, como: mica, feldspato e anfibólio (hornblenda). Os minerais micáceos na fração silte foram identificados como muscovita e interstratificados biotita/vermiculita, com hidróxi entre as camadas. Os autores também detectaram na fração areia a presença de pequenas partículas de biotita/esmectita.

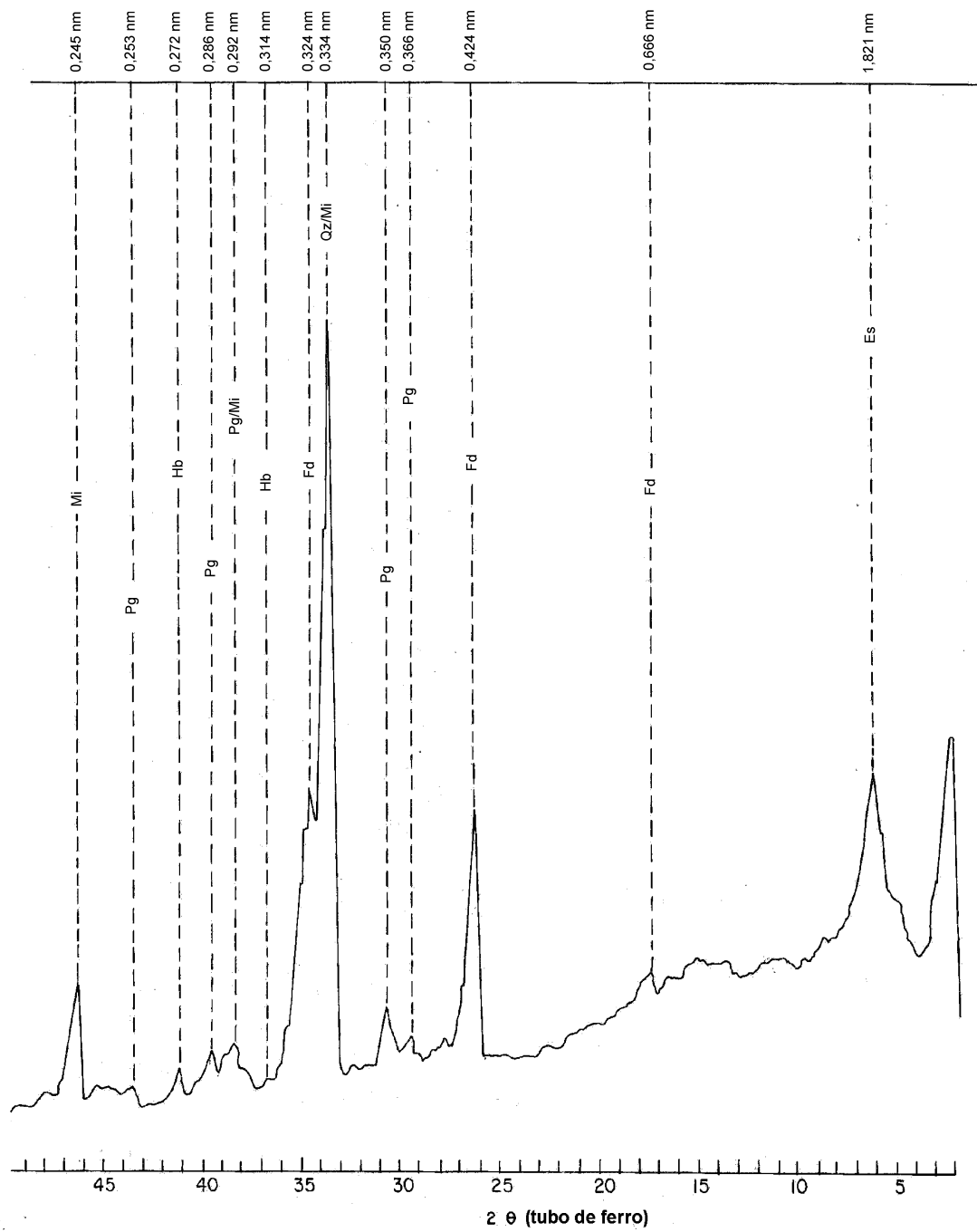


Figura 1 - Difratoograma de raios X da fração areia do solo S1 (Mi – mica, Pg – placioclásio, Hb – hornblenda, Fd – feldspato, Qz – quartzo e Es – esmectita).

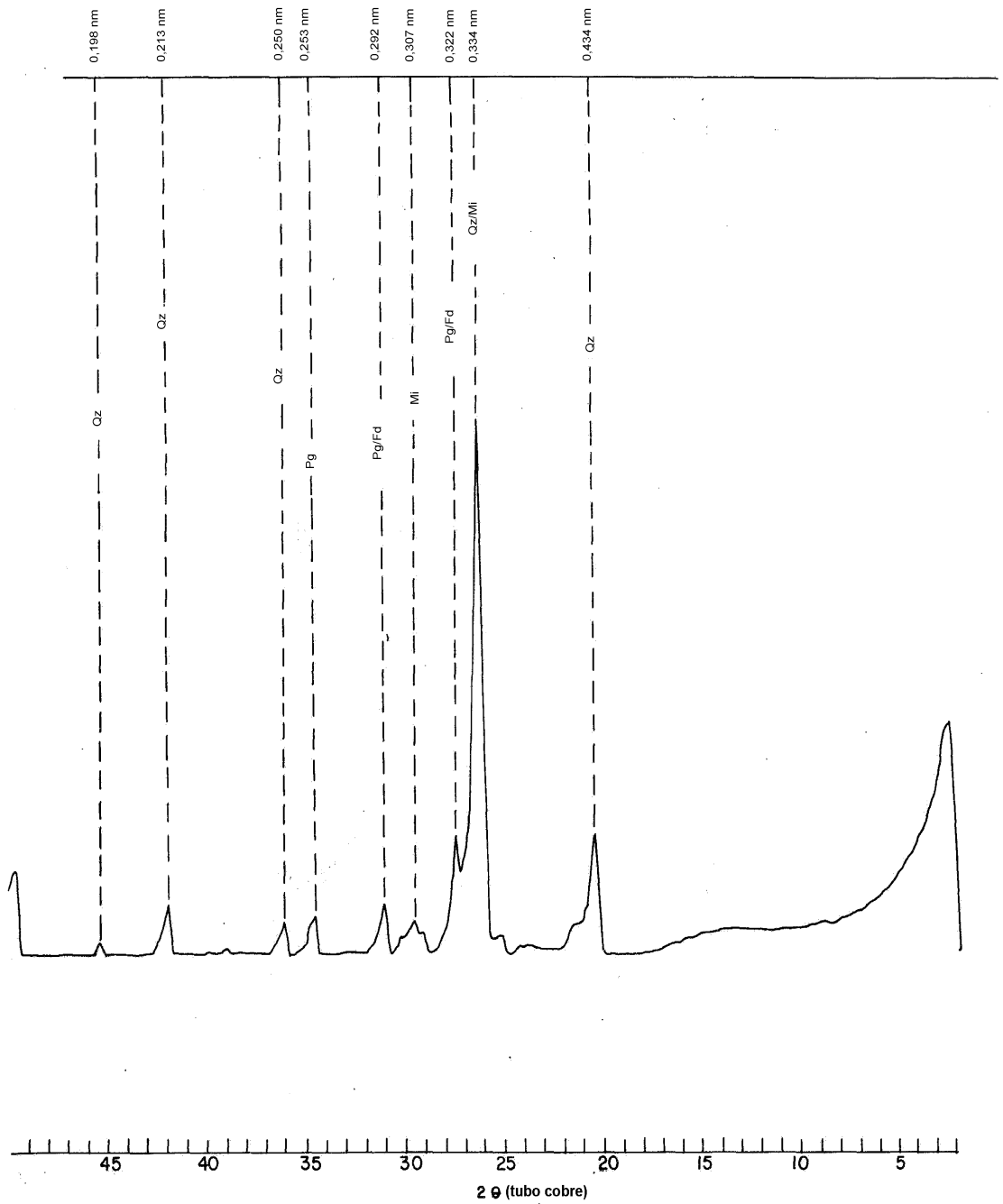


Figura 2 - Difratoograma de raios X da fração areia do solo S2 (Mi – mica, Pg – plagioclásio, Fd – feldspato e Qz – quartzo).

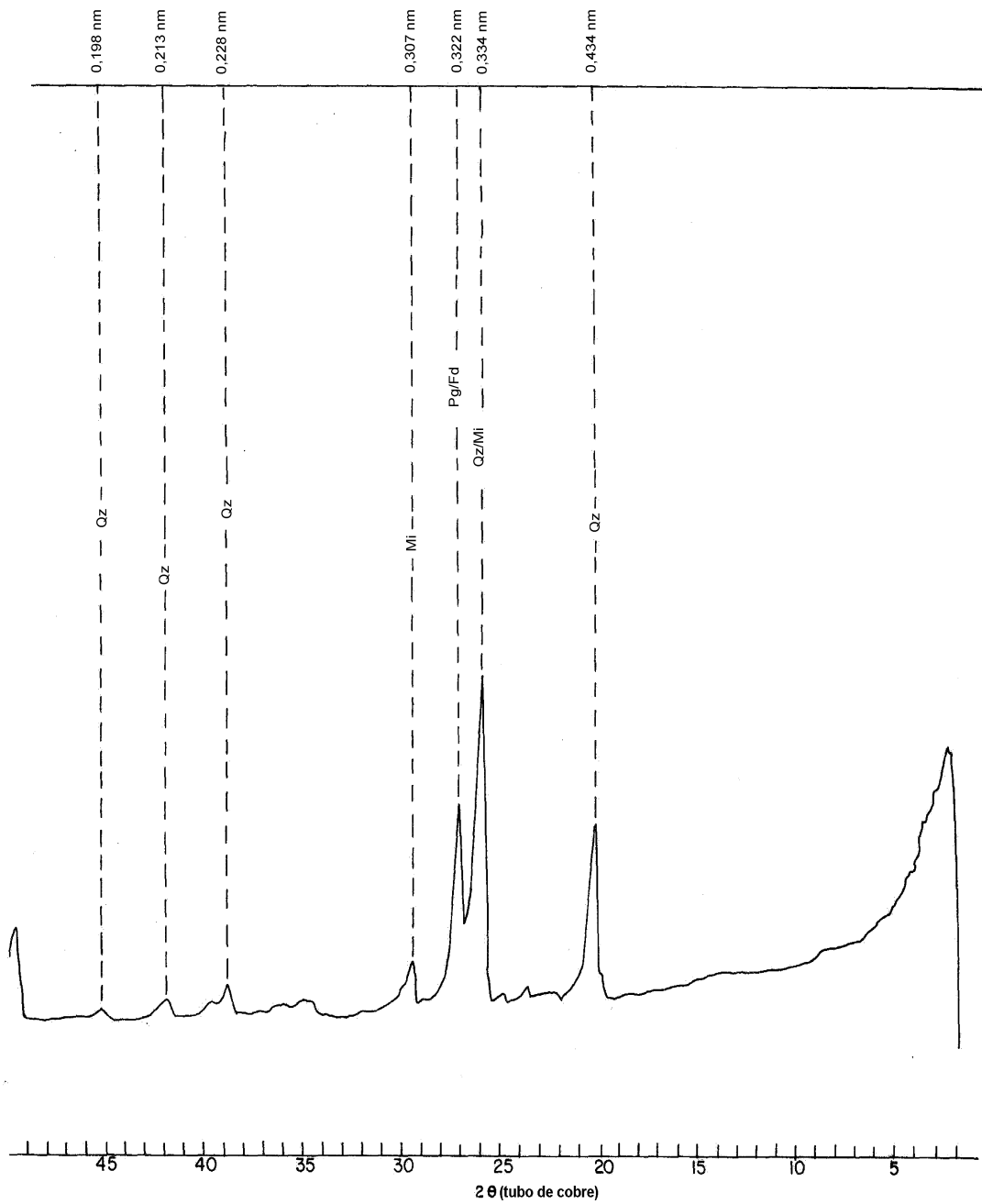


Figura 3 - Difratoograma de raios X da fração areia do solo S3 (Mi – mica, Pg – placioclásio, Fd – feldspato e Qz – quartzo).

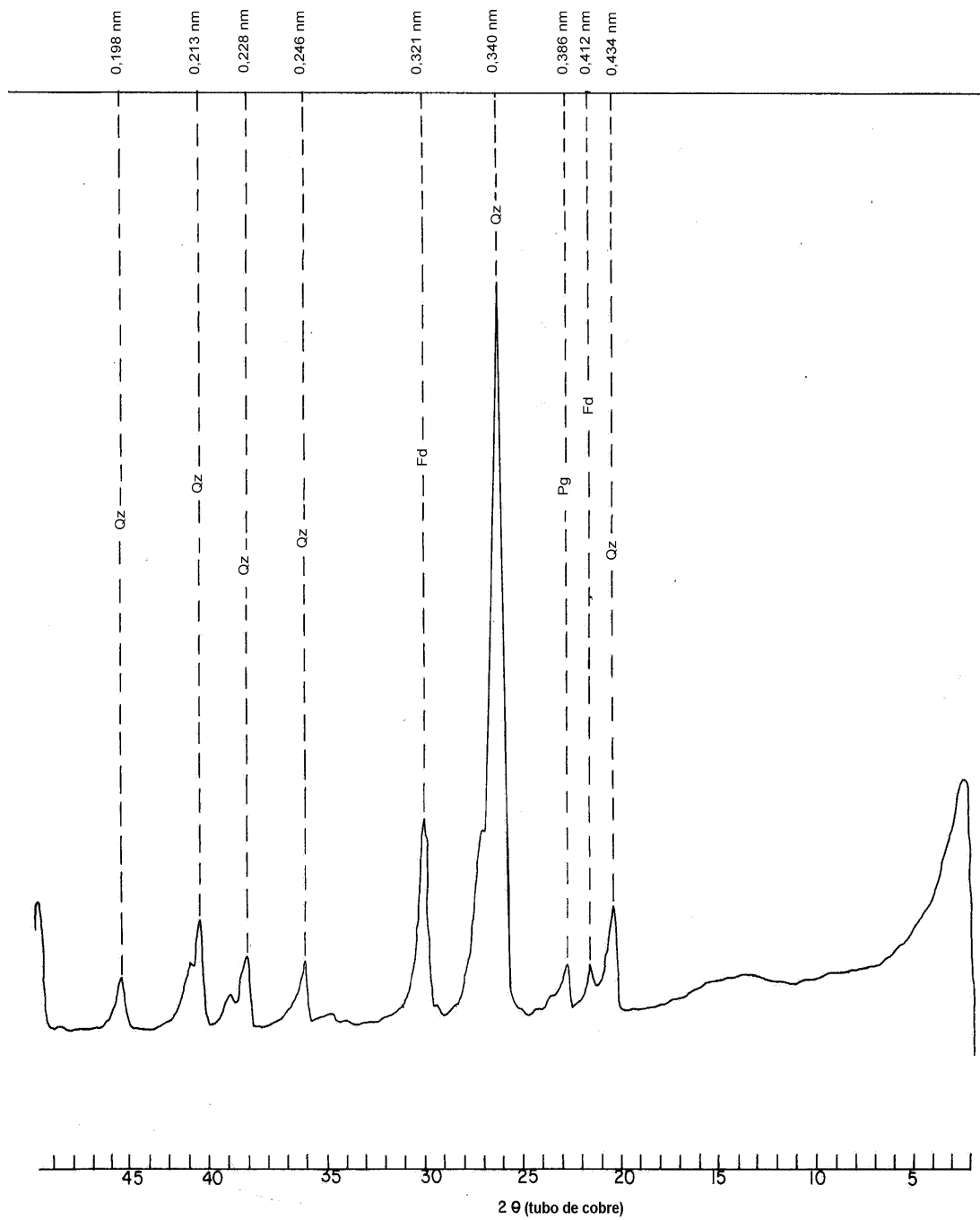


Figura 4 - Difratoograma de raios X da fração areia do solo S4 (Pg – placioclásio, Fd – feldspato e Qz – quartzo).

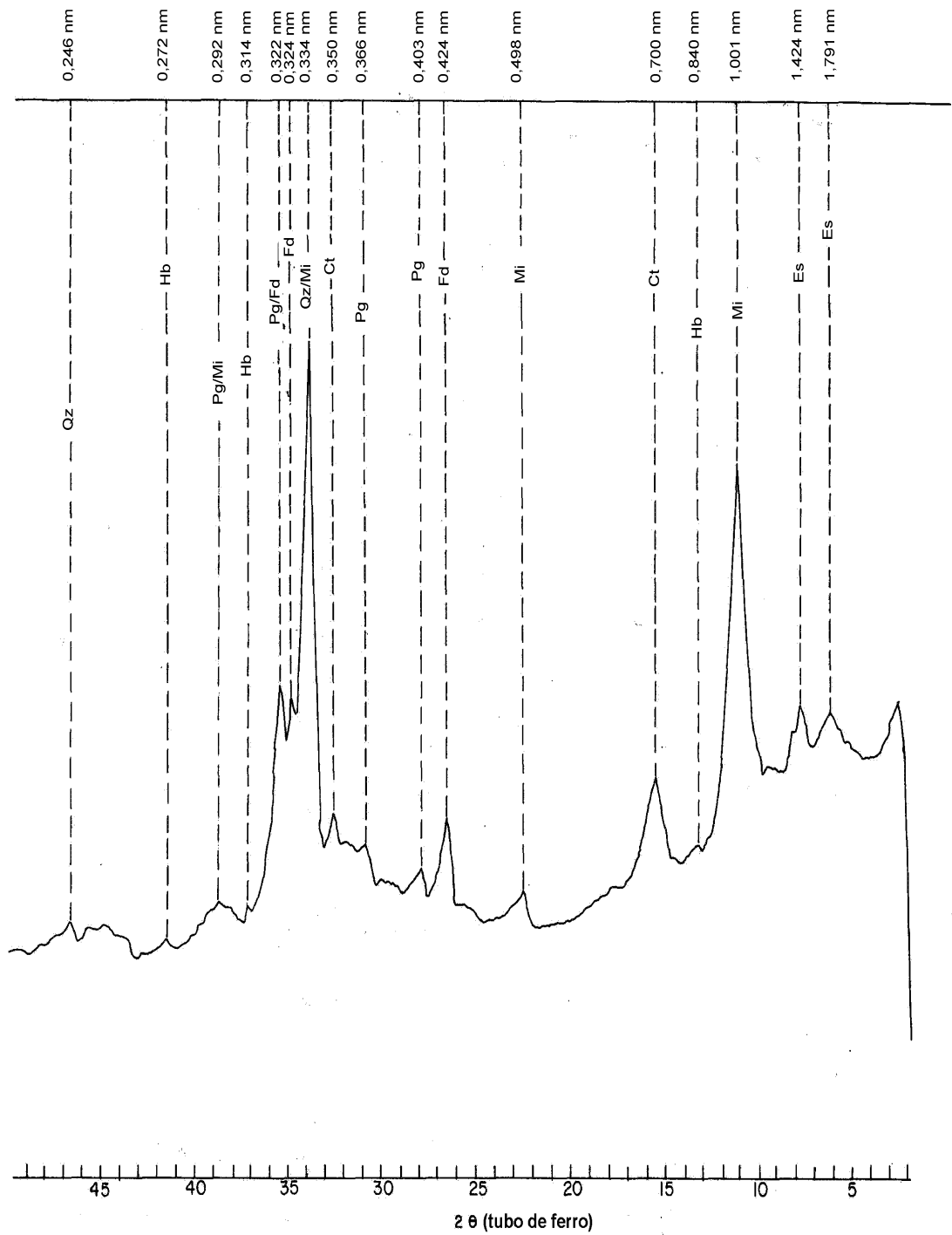


Figura 5 - Difratoograma de raios X da fração silte do solo S1 (Mi – mica, Pg – plagioclásio, Hb – hornblenda, Fd – feldspato, Qz – quartzo, Ct – caulinita e Es – esmectita).

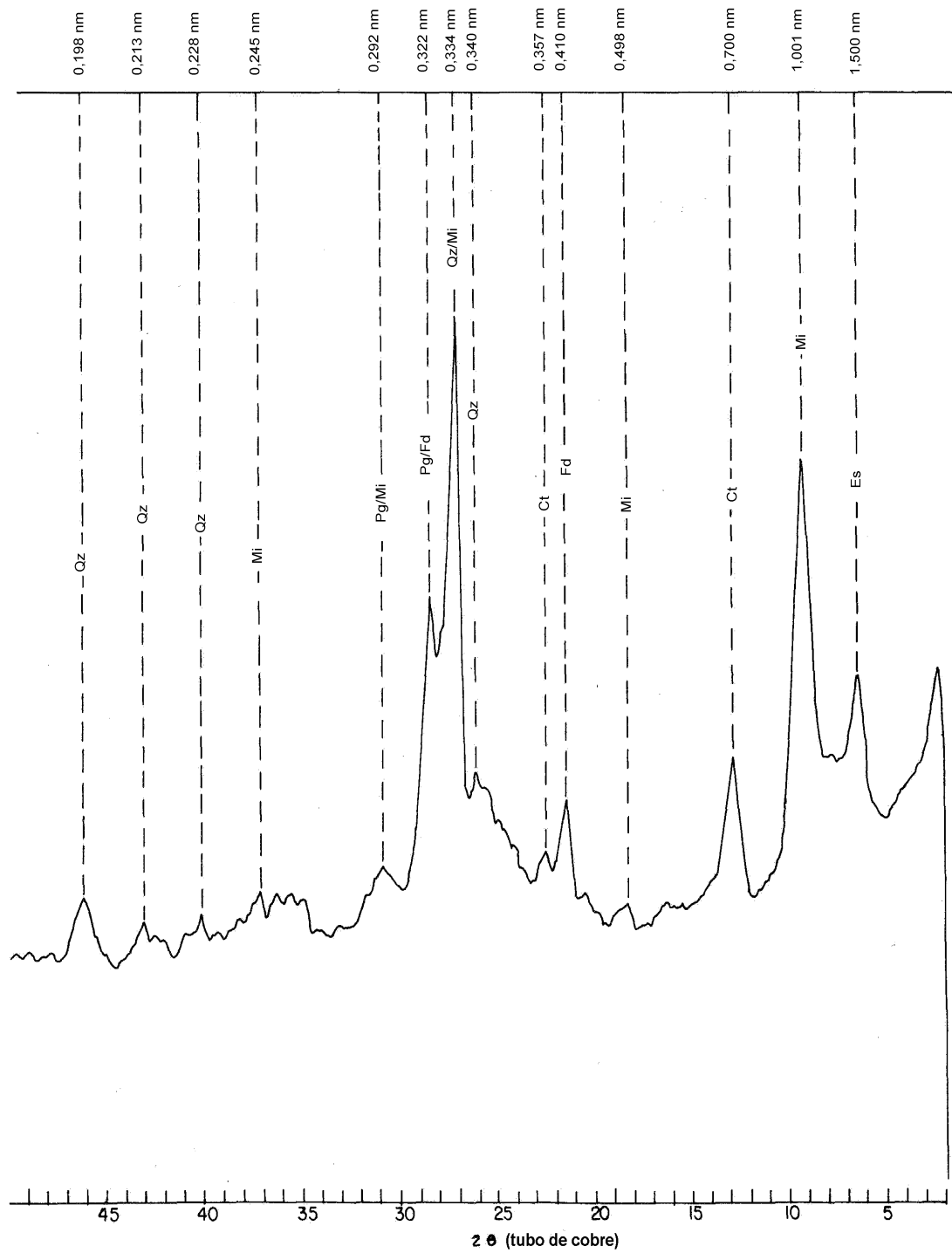


Figura 6 - Difratoograma de raios X da fração silte do solo S2 (Mi – mica, Pg – placioclásio, Fd – feldspato, Qz – quartzo, Ct – caulinita e Es – esmectita).

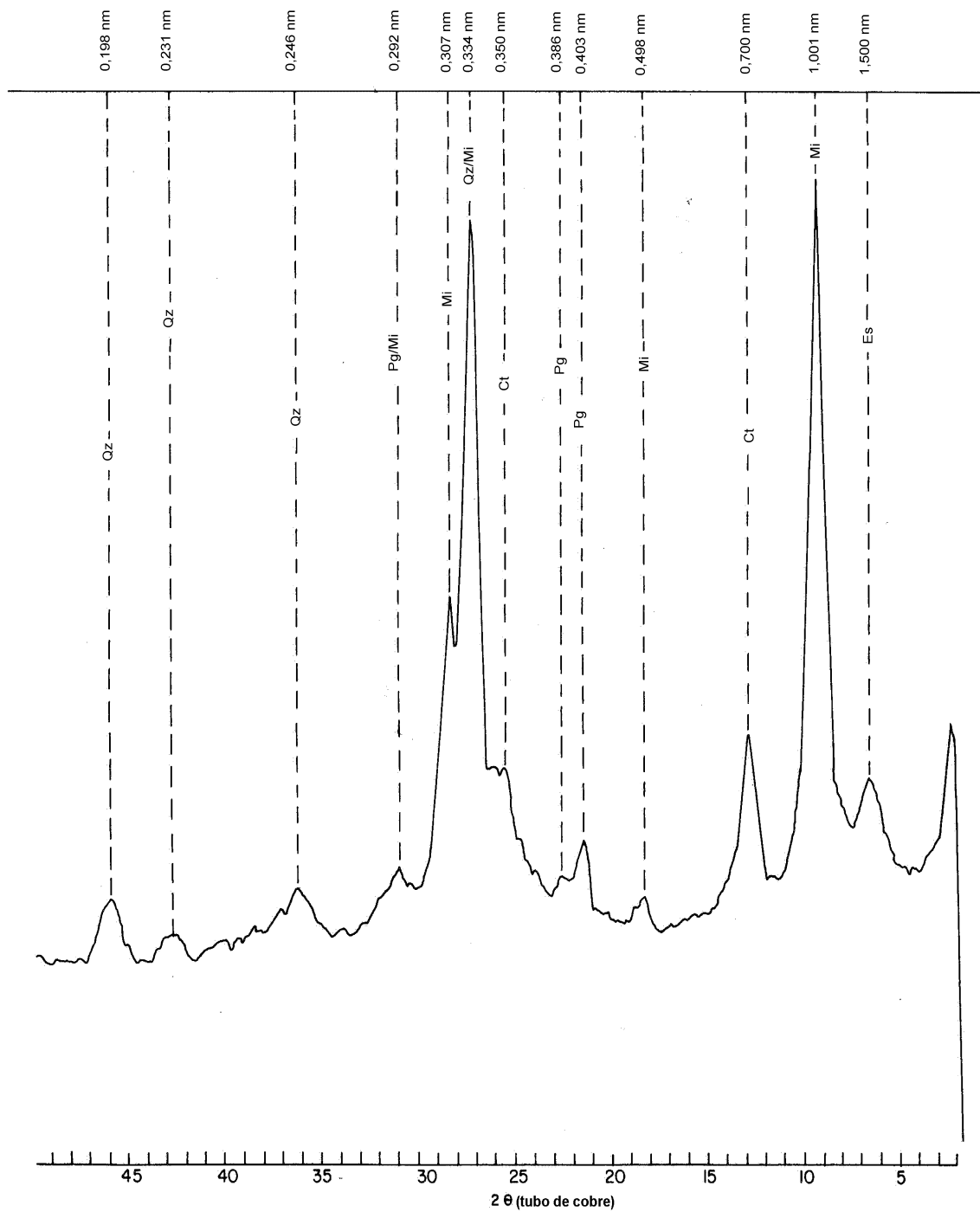


Figura 7 - Difratoograma de raios X da fração silte do solo S3 (Mi – mica, Pg – placioclásio, Fd – feldspato, Qz – quartzo, Ct – caulinita e Es – esmectita).

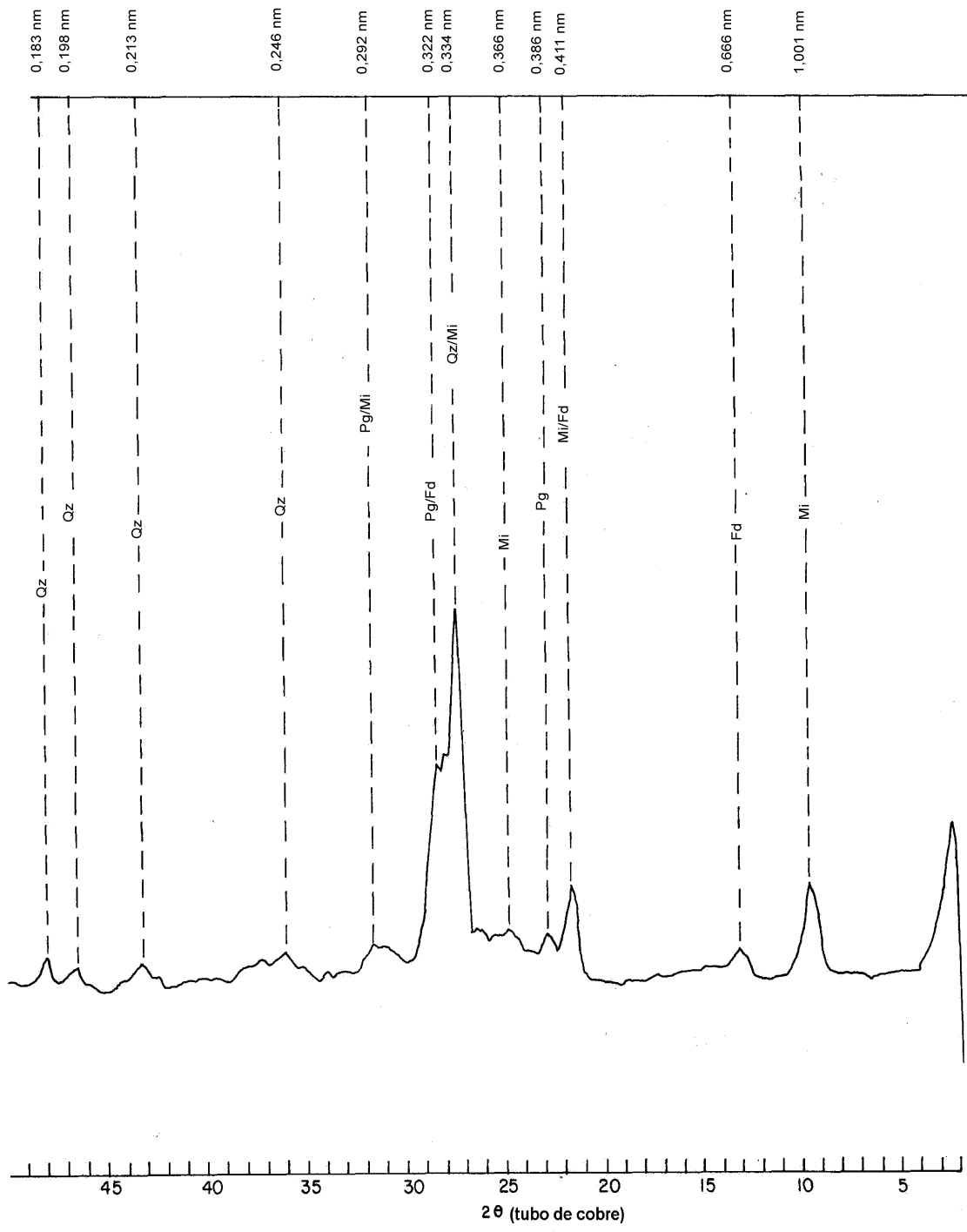


Figura 8 - Difratoograma de raios X da fração silte do solo S4 (Mi – mica, Pg – placioclásio, Fd – feldspato, Qz – quartzo e Ct - caulinita).

3.3.2. Fração argila

Os principais minerais constituintes da fração argila dos solos estudados (Figuras de 9 a 12) foram: minerais expansivos (esmectita), caulinita e mica. A ocorrência de feldspato, apesar de não muito evidente, pode ser considerada pela constatação de pequenas reflexões de 0,589, 0,424, 0,391 e 0,290 nm, nos difratogramas da amostra S4 (Figura 12). Em solos de regiões áridas e semi-áridas, a presença de feldspato na fração argila é possível, uma vez que a taxa de intemperismo químico é baixa, portanto os minerais da rocha de origem sofrem menor alteração (JOHNSON et al., 1962). Resultados semelhantes foram encontrados por CORRÊA (2000), em vertissolos da Paraíba.

A identificação de reflexões acima de 1,008 nm indica presença de argila do grupo 2:1. A expansão com saturação com magnésio e solvatação com etileno glicol indica que a esmectita presente é do tipo montmorilonita. O tratamento com potássio sem aquecimento provocou colapso de boa parte da argila expansiva, indicando a presença de minerais de atividade alta. Com o aquecimento até 550°C, na presença de potássio, não há colapso completo para as amostras S3 e S4, possivelmente deve haver algum tipo de interestratificado, ou até mesmo a presença de moléculas orgânicas entre as camadas, como cita SOUSA (1995) em estudo com solos aluviais do Vale do Pajeú, em Pernambuco. Uma saturação incompleta durante o tratamento com potássio pode também ter contribuído para que não ocorresse colapso total. A presença de caulinita pode ser constatada pelas reflexões de 0,720 e 0,357 nm e a sua destruição, com aquecimento. Da mesma forma que no silte, a pouca expressividade da reflexão de 0,500 nm indica que a mica presente é do tipo biotita. Os resultados encontrados para a mineralogia dos solos em estudos estão de acordo com aqueles obtidos por SOUSA (1995), OLIVEIRA (1999), MARQUES et al. (1999) e CORRÊA (2000), trabalhando com solos aluviais de regiões semi-áridas.

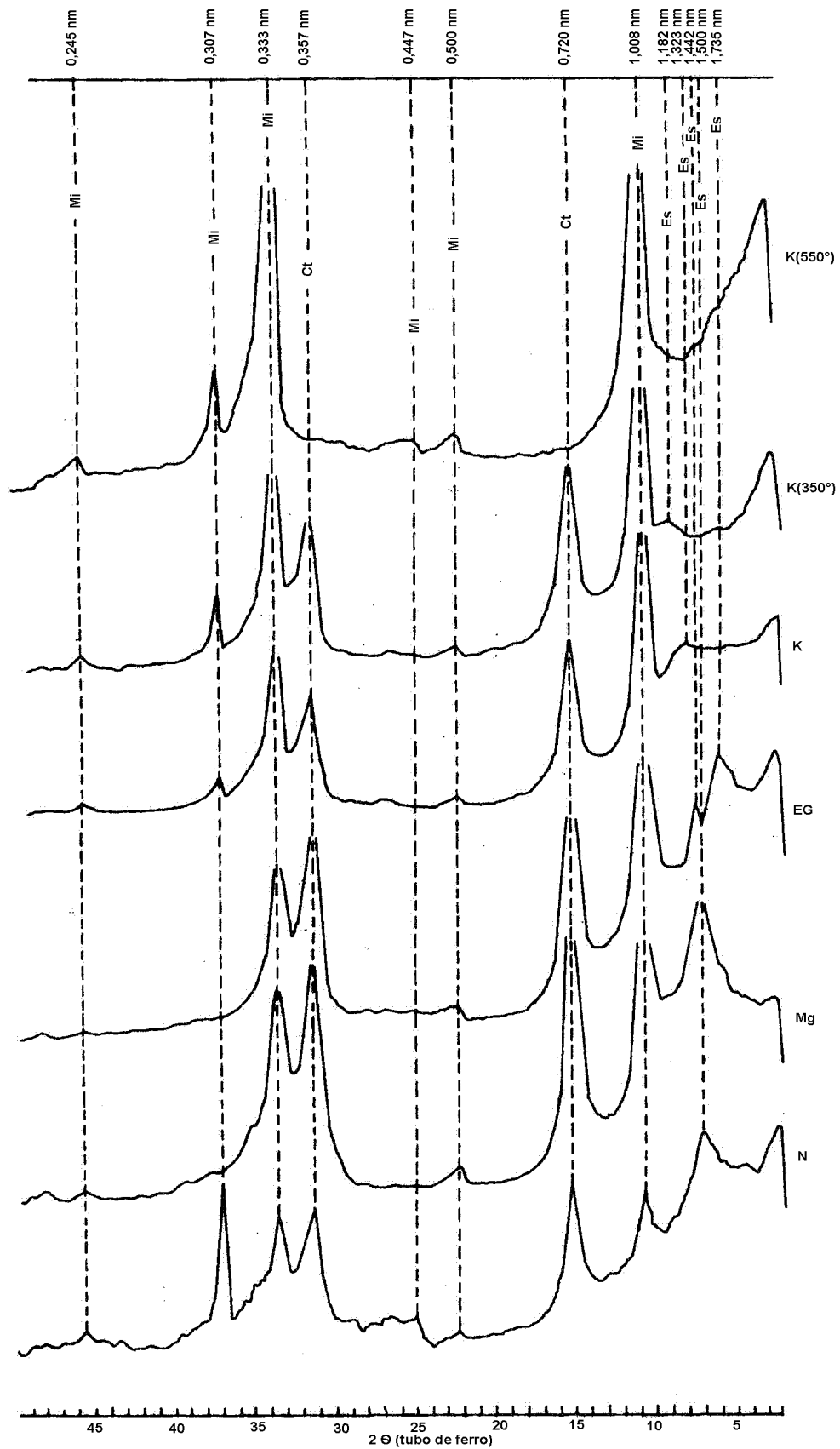


Figura 9 - Difratoograma de raios X da fração argila do solo S1 (Mi – mica, Ct – caulinita e Es – esmectita).

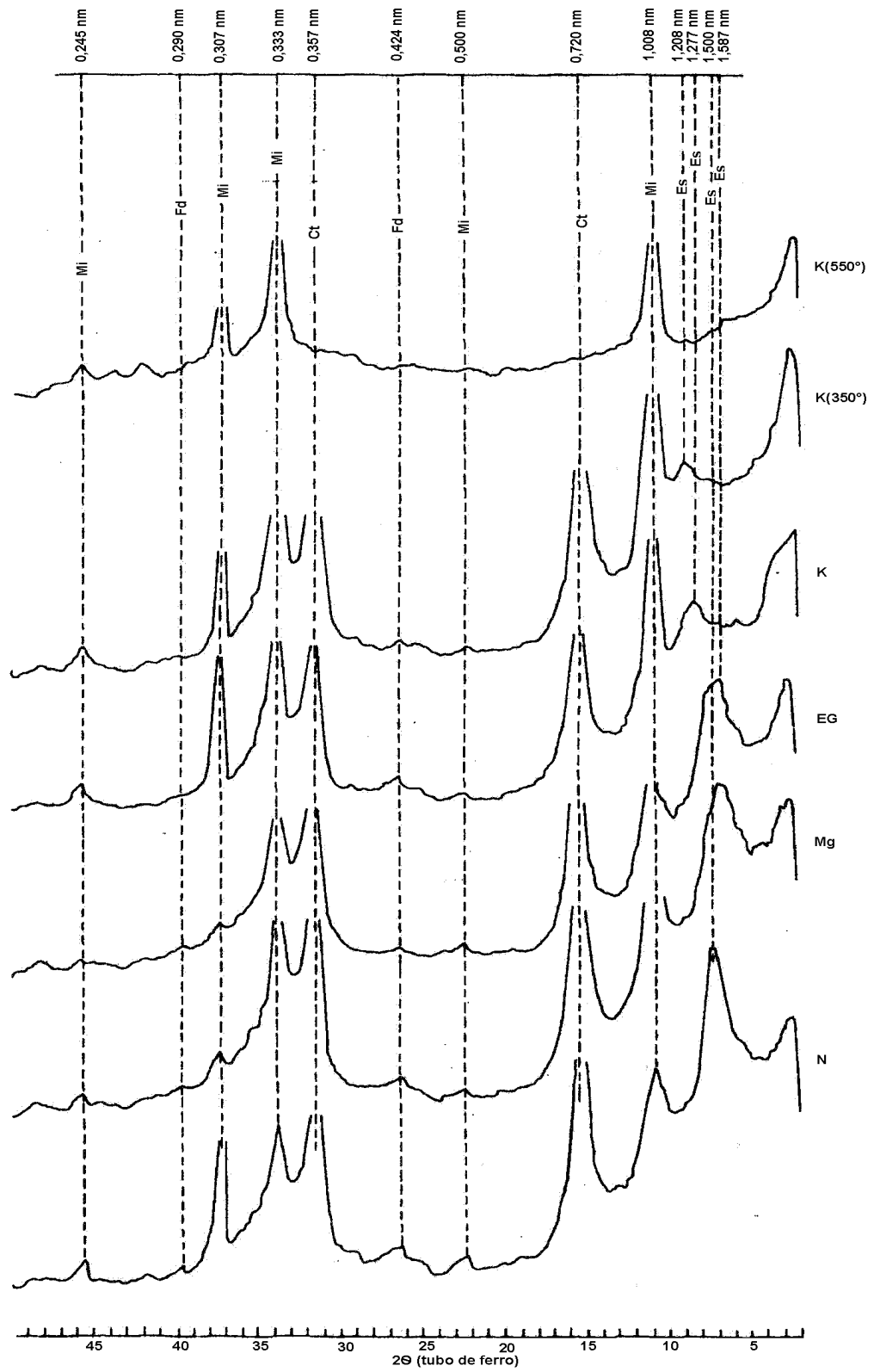


Figura 10 - Difratoograma de raios X da fração argila do solo S2 (Mi – mica, Fd – feldspato, Ct – caulinita e Es – esmectita).

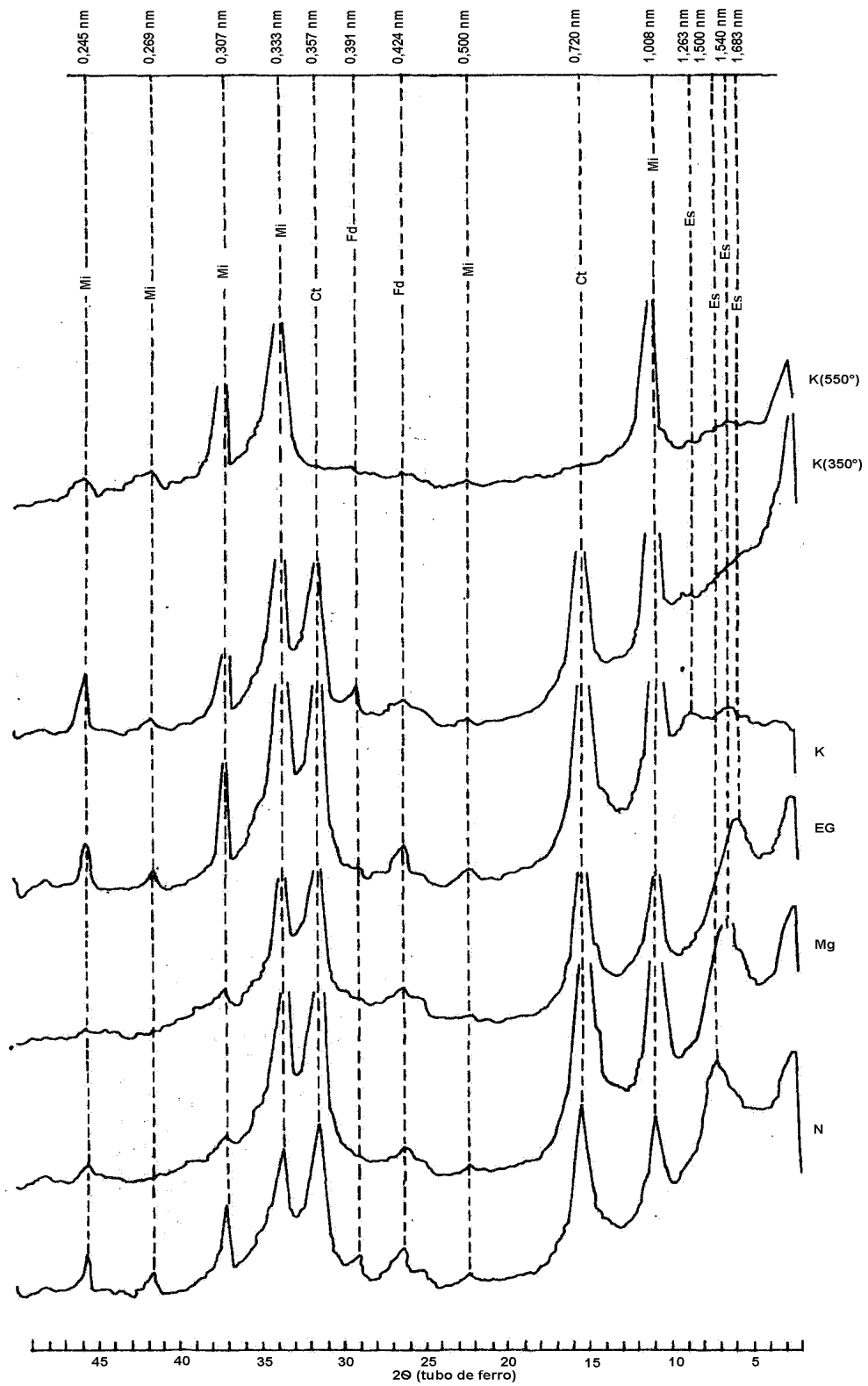


Figura 11 - Difratoograma de raios X da fração argila do solo S3 (Mi – mica, Fd – feldspato, Ct – caulinita e Es – esmectita).

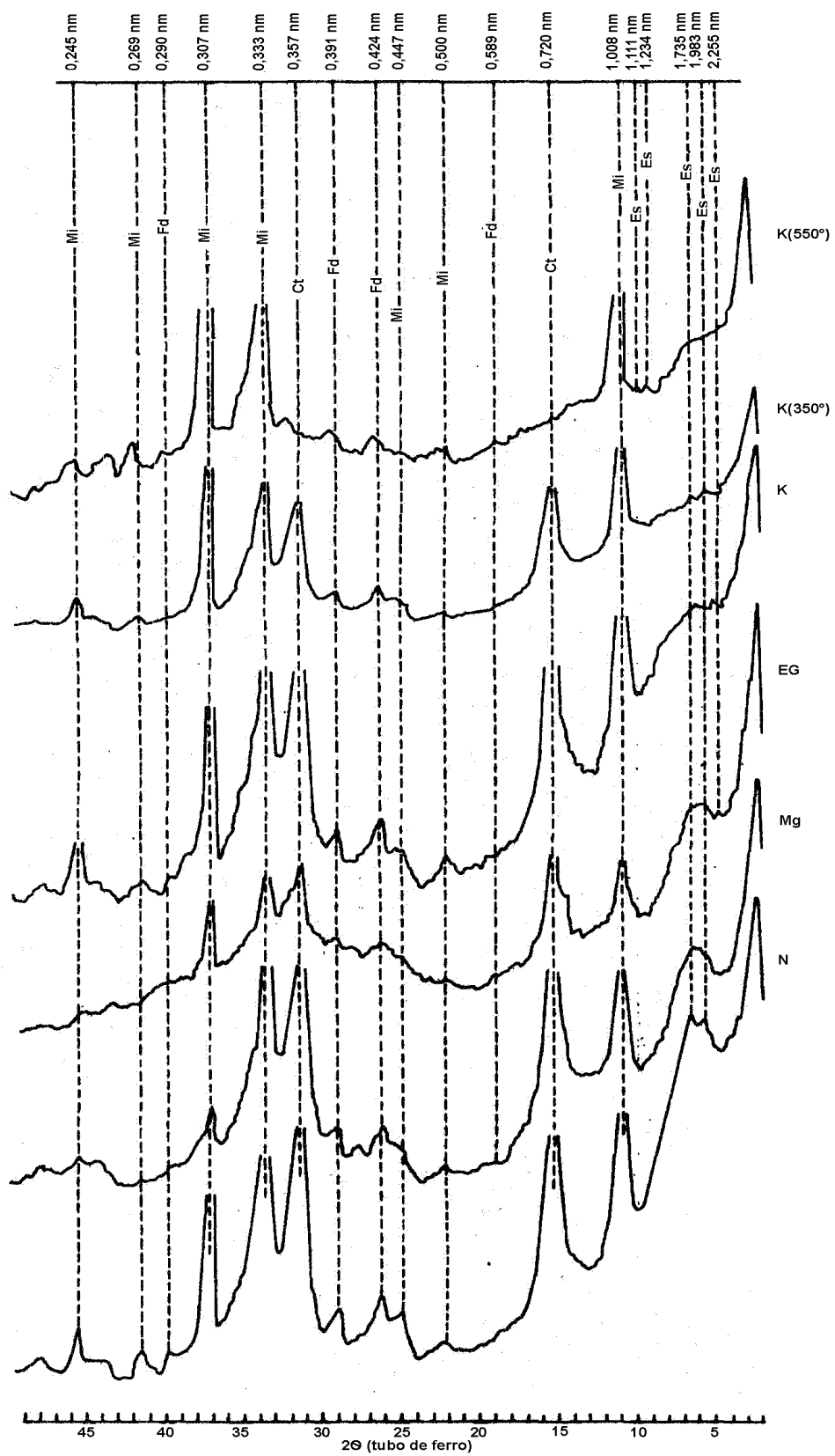


Figura 12 - Difratoograma de raios X da fração argila do solo S4 (Mi – mica, Fd – feldspato, Ct – caulinita e Es – esmectita).

3.3.3. Ferro extraído por ditionito e por oxalato na fração argila

Os resultados de Fe_2O_3 extraídos pelo ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) e pelo oxalato estão apresentados no Quadro 5. Constata-se que mesmo considerando o somatório das três extrações pelo DCB os solos estudados apresentam baixos teores desses óxidos. Os valores encontrados são resultantes da menor ação do intemperismo químico sofrida por solos de regiões semi-áridas, quando comparados à ação do intemperismo químico que sofrem os solos de regiões úmidas. Pode ser observado também que a maior parte dos óxidos de ferro é removida na primeira extração com DCB, sendo o valor médio 1,70 dag/kg.

Quadro 5 - Teores de Fe_2O_3 na fração argila, obtidos em três extrações sucessivas com ditionito – citrato e bicarbonato de sódio (Fed) e oxalato de amônio (Feo) e relação Feo/Fed

Amostra	Extrações				Oxalato (Feo)	Feo ^{1/}
	DCB (Fed)			Σ		Fed
	1 ^a	2 ^a	3 ^a		dag/kg	
S1	2,40	0,67	0,24	3,31	1,52	0,63
S2	1,64	0,47	0,19	2,30	0,41	0,25
S3	1,50	0,44	0,17	2,11	0,37	0,25
S4	1,25	0,25	0,14	1,64	0,57	0,46

^{1/} Com base na primeira extração com o DCB.

A relação Feo/Fed apresenta-se elevada quando comparada aos resultados obtidos em solos de zonas úmida, indicando a participação expressiva de formas de óxidos de ferro pouco cristalinos. O Feo representou cerca 30,66% do Fed. Os fatores responsáveis pela inibição da maior cristalização desses óxidos são provavelmente a presença de minerais do grupo das esmectitas e a baixa drenagem natural apresentadas pelos solos estudados. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por OLIVEIRA (1999) e CORRÊA (2000), trabalhando com solos de zona semi-árida do norte de Minas Gerais e da Paraíba, respectivamente.

3.3.4. Determinação da necessidade de gesso

Para determinação da necessidade de gesso (NG) foi utilizada uma modificação do método de SCHOONOVER (1952), Schoonover M-1, desenvolvida por BARROS e MAGALHÃES (1989), para solos salino-sódicos de Pernambuco, que são descritos a seguir:

- **Método de Schoonover modificado (Schoonover M-1)**

a) Procedimento:

Para cada amostra de solo determinou-se a necessidade de gesso conforme a metodologia descrita por SCHOONOVER (1952). Paralelamente, colocaram-se 5 g de cada amostra de solo em erlenmeyer de 125 mL, adicionando-se 100 mL de água deionizada, agitando-se durante 5 minutos em agitador mecânico e filtrando-se em papel WHATMAN N^o 42. No filtrado determinou-se a concentração de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, sendo este valor subtraído da concentração de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, determinada pelo método de Schoonover.

b) Cálculo:

$$\text{NG}(\text{cmol}_e/\text{dm}^3) = [\text{Conc. de } \text{Ca}^{2+} \text{ solução saturada de gesso (Schoonover)} - A] \times 2$$

em que

$$A = [\text{Conc. de } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \text{ no filtrado (Schoonover)} - \text{Conc. de } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \text{ no filtrado (H}_2\text{O)}]$$

3.4. Ensaio em colunas

Os tratamentos foram dispostos em um delineamento em blocos casualizados, com arranjo fatorial 4x2x2x4 (quatro solos, duas formas de aplicação, duas porcentagens de gesso e calcário e quatro granulometrias), com três repetições, totalizando 192 unidades experimentais.

3.4.1. Descrição dos tratamentos

3.4.1.1. Combinação gesso e calcário

A necessidade de gesso foi aplicada ao solo pela combinação de gesso e calcário, de acordo com os seguintes tratamentos:

- a) 100% gesso + 0% calcário.
- b) 80% gesso + 20% calcário.

3.4.1.2. Método de aplicação

Foram utilizados dois métodos de aplicação. Primeiramente, o gesso e o gesso + calcário foram aplicados uniformemente sobre a superfície de cada coluna de solo; na segunda metodologia, o gesso e o gesso + calcário foram incorporado aos primeiros 5 cm de solo, antes do acondicionamento na coluna.

O gesso empregado foi um produto comercial (calmina) extraído de jazida localizada em Araripina-PE, contendo 32,20% de CaO e 0,5% de MgO. As frações utilizadas foram separadas de acordo com as granulometrias pre-estabelecidas, em peneiras de malha equivalente. O calcário dolomítico utilizado continha 28% de CaO e 13% de MgO.

3.4.1.3. Granulometria de gesso e calcário

As frações granulométricas utilizadas foram adaptadas da metodologia descrita por NATALE e COUTINHO (1994), em estudo para avaliações da eficiência agronômica de frações granulométricas de um calcário dolomítico, e por CHAWLA e ABROL (1982b), utilizando partículas de gesso de diferentes diâmetros na recuperação de solos sódicos da Índia. Para a presente pesquisa foram utilizadas as seguintes granulometrias:

- partículas com diâmetro entre 2,0 e 1,0 mm (G1);
- partículas com diâmetro entre 1,0 e 0,5 mm (G2);
- partículas com diâmetro entre 0,5 e 0,3 mm (G3); e
- partículas com diâmetro < 0,3 mm (G4).

A granulometria do calcário utilizada foi de partículas com diâmetro entre 2,0 e 1,0 mm.

3.4.2. Preparo das unidades experimentais

As unidades experimentais foram constituídas de tubos plásticos de PVC com 10 cm de diâmetro e 17 cm de altura. Para conter o solo no final dos tubos de PVC, foi colada uma tela de náilon de 0,001 mm de abertura. Os tubos foram fechados com tampas de PVC perfuradas no centro. Neste furo foi fixada uma mangueira de aproximadamente 5 cm de comprimento, para facilitar a coleta do lixiviado. Antes de serem fixados aos tubos, no fundo das tampas foi colada uma tela de náilon de 10 mm de altura e 15 mm de abertura, e sobre esta foi colocada uma tela de náilon de 0,0005 mm de abertura. Este procedimento foi feito para facilitar o fluxo do lixiviado em direção ao dreno.

As amostras de solo foram acondicionadas nas colunas de PVC, de modo a se aproximar da densidade do solo de cada amostra. Cada coluna de solo foi dividida em duas camadas, cada uma com 5 cm de espessura, correspondendo a 0,52 dm³ de solo.

3.5. Condução do experimento

Inicialmente as colunas de solo foram umedecidas lentamente de cima para baixo, até atingirem a “Capacidade de Pote”, que é definida como sendo a quantidade máxima de água retida pelo solo dentro de um recipiente, quando a drenagem se torna insignificante (Rodrigues, 1986, citado por NOGUEIRA, 1987), o que foi calculado como demonstrado a seguir:

Peso da coluna de PVC + Solo Seco (A).

Peso da Coluna de PVC + Solo Úmido (B).

Capacidade de Pote = B – A.

As colunas de solo foram mantidas nessa umidade por um período de 24 horas. Para evitar perdas por evaporação, as colunas foram cobertas com saco plástico.

Após esse período, as colunas de solo foram lixiviadas com água destilada, mantendo-se um nível constante de 2 cm acima da superfície do solo. Para lixiviação foi utilizada uma lâmina de água equivalente a duas vezes o

volume de poros, tendo sido aplicado um total de 600 mL de água. Durante o experimento a temperatura foi mantida a 25 °C.

O lixiviado foi coletado a cada 100 mL percolados, e o tempo de cada coleta foi marcado para calcular a condutividade hidráulica dos solos.

Em seguida, os três primeiros 100 mL coletados foram misturados, para obter um volume total (300 mL) correspondente a uma lâmina equivalente a uma vez o volume de poros, que foi denominada de primeira lâmina de lixiviação. A segunda lâmina de lixiviação foi obtida pela mistura das três últimas coletas de 100 mL. Nessas lâminas, foram determinados a CE, o sódio e o pH.

Depois da lixiviação, as colunas foram desmontadas e os solos de cada camada foram secos ao ar, destorroados e passados em peneira de 2 mm de abertura, determinando-se, em seguida, os cátions solúveis e a CE no extrato da pasta saturada, o pH dos solos, os cátions trocáveis, o gesso e o equivalente de carbonato de cálcio, de acordo com a metodologia descrita anteriormente.

3.6. Análise estatística

Nas análises estatísticas, utilizou-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, realizando-se o teste de homogeneidade de variâncias para cada variável. No presente trabalho foram consideradas variâncias homogêneas quando o resultado do quociente entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo para cada variável, entre os solos, era menor ou igual a seis.

Os dados obtidos foram interpretados por meio de análise de variância e de regressão, testando-se diversos modelos. Os critérios para escolha do modelo foram o maior valor do coeficiente de determinação ajustado e a significância dos coeficientes da equação de regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Condutividade elétrica, sódio solúvel e pH no lixiviado

A condutividade elétrica (CE) e a concentração de sódio solúvel das soluções lixiviadas (Quadros de 6 a 9; Figuras 13 e 14) apresentaram comportamento semelhante para lâminas de lixiviação correspondentes a um e dois volumes de poros. Para a CE os valores foram elevados para a primeira lâmina, diminuindo drasticamente na segunda lâmina. Esses resultados, provavelmente, são devido às características salino-sódicas das amostras. Esta hipótese é confirmada pelos maiores valores de CE encontrados para a amostra S3, a qual originalmente apresentava maior condutividade elétrica (Quadro 2). O efeito da concentração total de sais (força iônica) e da concentração de NaCl presente inicialmente em cada amostra de solo sobre a dissolução do gesso pode ser verificado pelo comportamento das declividades das curvas apresentadas na Figura 13. Aumentando a força iônica, o coeficiente de atividade diminui e a solubilidade do gesso aumenta. Este aumento é proporcional à concentração de íons de Na^+ e Cl^- na solução do solo. Segundo FERREIRA (1997), a solubilidade do gesso é 2,04 g/L na ausência de NaCl. Esta solubilidade eleva-se para 7,09 g/L com a adição de 358 g/L de NaCl. As granulometrias utilizadas, bem como a forma de aplicação, apresentaram comportamentos diferenciados, sendo os maiores valores observados quando partículas de granulometria < 0,5 mm foram incorporadas nos primeiros 5 cm da coluna de solo.

Quadro 6 - Característica do lixiviado para sódio (Na⁺), condutividade elétrica (CE) e pH dos solos S1

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	S1					
			CE		Na ⁺		pH	
			1 ^o VP [#]	2 ^o VP ^{##}	1 ^o VP [#]	2 ^o VP ^{##}	1 ^o VP [#]	2 ^o VP ^{##}
----- dS/m -----		----- mmol _e /L -----						
Sup. *B1	°C1	G1	6,14	1,50	36,07	11,14	6,95	7,15
		G2	6,43	1,82	40,01	12,59	7,10	7,25
		G3	7,10	2,03	45,88	14,10	7,40	7,55
		G4	7,58	2,46	52,85	17,14	7,50	7,80
	°C2	G1	5,47	1,34	33,89	9,85	6,70	6,86
		G2	5,85	1,63	38,41	11,68	6,83	6,95
		G3	6,68	1,85	41,58	12,97	7,20	7,29
		G4	6,99	2,17	47,74	15,95	7,37	7,55
Inc. **B2	°C1	G1	6,78	1,86	40,21	13,73	7,28	7,50
		G2	7,22	2,42	44,37	15,78	7,35	7,60
		G3	7,84	2,61	50,62	17,50	7,71	7,90
		G4	8,45	3,02	57,39	21,29	7,81	8,15
	°C2	G1	6,21	1,65	37,11	12,79	7,07	7,20
		G2	6,52	1,95	41,02	14,49	7,17	7,34
		G3	7,39	2,42	47,49	16,45	7,49	7,60
		G4	8,00	2,95	53,71	19,65	7,58	7,89

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm); 1^o VP[#] = 1^o volume de poros; e 2^o VP^{##} = 2^o volume de poros.

Quadro 7 - Característica do lixiviado para sódio (Na⁺), condutividade elétrica (CE) e pH dos solo S2

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	S2					
			CE		Na ⁺		pH	
			1 ^o VP [#]	2 ^o VP ^{##}	1 ^o VP [#]	2 ^o VP ^{##}	1 ^o VP [#]	2 ^o VP ^{##}
----- dS/m -----		----- mmol _e /L -----						
Sup. *B1	°C1	G1	8,05	1,69	54,61	13,61	7,05	7,20
		G2	9,75	1,94	59,41	14,34	7,20	7,34
		G3	11,02	2,13	64,54	16,42	7,50	7,64
		G4	12,86	2,58	72,19	20,39	7,58	7,85
	°C2	G1	7,61	1,55	51,23	11,99	6,79	6,95
		G2	9,37	1,72	56,14	13,23	6,97	7,04
		G3	10,23	1,91	62,07	15,30	7,25	7,35
		G4	12,25	2,36	68,21	19,36	7,43	7,60
Inc. **B2	°C1	G1	9,94	1,96	58,82	15,18	7,35	7,60
		G2	11,63	2,60	64,44	17,04	7,50	7,72
		G3	12,05	2,85	68,06	19,36	7,90	8,05
		G4	13,86	3,39	76,28	23,17	8,01	8,22
	°C2	G1	9,02	1,82	55,85	14,69	7,10	7,25
		G2	10,01	2,39	60,81	16,15	7,25	7,42
		G3	11,66	2,70	65,42	18,00	7,59	7,73
		G4	13,30	3,17	73,20	21,20	7,66	7,95

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm); 1^o VP[#] = 1^o volume de poros; e 2^o VP^{##} = 2^o volume de poros.

Quadro 8 - Característica do lixiviado para sódio (Na⁺), condutividade elétrica (CE) e pH dos solos S3

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	S3					
			CE		Na ⁺		pH	
			1 ^ª VP [#]	2 ^ª VP ^{##}	1 ^ª VP [#]	2 ^ª VP ^{##}	1 ^ª VP [#]	2 ^ª VP ^{##}
----- dS/m -----		----- mmol _e /L -----						
Sup. *B1	°C1	G1	14,85	2,97	83,88	16,18	7,20	7,35
		G2	16,46	3,34	94,81	19,43	7,30	7,45
		G3	20,71	4,79	128,65	26,33	7,65	7,80
		G4	24,68	6,08	156,53	31,07	7,70	8,00
	°C2	G1	14,29	2,67	80,49	14,85	7,00	7,12
		G2	15,30	3,20	89,94	18,45	7,08	7,20
		G3	18,75	4,36	116,44	24,26	7,35	7,53
		G4	24,16	5,79	149,16	29,04	7,50	7,80
Inc. **B2	°C1	G1	16,90	3,87	94,56	20,78	7,45	7,77
		G2	19,49	4,34	126,20	24,10	7,60	7,88
		G3	22,61	5,93	134,79	30,13	8,08	8,25
		G4	25,78	6,95	163,73	36,93	8,15	8,45
	°C2	G1	16,31	3,74	92,91	20,01	7,25	7,46
		G2	18,10	4,20	111,03	23,29	7,35	7,57
		G3	21,48	5,45	131,31	28,38	7,72	7,90
		G4	25,25	6,48	160,55	34,18	7,77	8,15

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm); 1^ª VP[#] = 1^ª volume de poros; e 2^ª VP^{##} = 2^ª volume de poros.

Quadro 9 - Característica do lixiviado para sódio (Na⁺), condutividade elétrica (CE) e pH dos solo S4

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	S4					
			CE		Na ⁺		pH	
			1 ^ª VP [#]	2 ^ª VP ^{##}	1 ^ª VP [#]	2 ^ª VP ^{##}	1 ^ª VP [#]	2 ^ª VP ^{##}
----- dS/m -----		----- mmol _e /L -----						
Sup. *B1	°C1	G1	5,36	1,40	33,78	8,98	6,85	7,00
		G2	6,18	1,65	38,86	10,64	7,04	7,15
		G3	6,95	1,84	43,70	12,98	7,30	7,45
		G4	7,30	2,19	50,33	15,80	7,43	7,70
	°C2	G1	5,00	1,22	32,20	8,03	6,60	6,75
		G2	5,44	1,42	36,30	9,50	6,80	6,90
		G3	6,39	1,70	39,14	11,02	7,10	7,20
		G4	6,82	2,01	45,80	14,06	7,30	7,46
Inc. **B2	°C1	G1	6,54	1,73	37,60	10,25	7,17	7,34
		G2	7,05	2,05	42,34	11,79	7,30	7,40
		G3	7,70	2,16	47,62	14,62	7,62	7,80
		G4	8,33	2,57	54,93	19,57	7,67	8,00
	°C2	G1	6,00	1,55	34,51	9,42	6,95	7,05
		G2	6,44	1,83	39,50	11,06	7,07	7,24
		G3	7,20	1,96	44,40	13,75	7,40	7,52
		G4	7,65	2,27	50,68	16,88	7,50	7,75

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm); 1^ª VP[#] = 1^ª volume de poros; e 2^ª VP^{##} = 2^ª volume de poros.

O total de sais lixiviados das colunas de solo expresso pela CE foi menor nos tratamentos que receberam os corretivos aplicados na superfície. Estes dados são coerentes com os obtidos por DE JONG (1982). Em estudo de laboratório, o autor constatou que o primeiro lixiviado coletado das colunas que receberam gesso incorporado foi extremamente salino ($CE > 80 \text{ mS/cm}$) e a composição do lixiviado refletiu a distribuição de sais na coluna de solo, enquanto os primeiros lixiviados coletados das colunas que receberam o corretivo aplicado na superfície apresentaram valores bem menores para a CE. O autor também constatou que, quando foi percolado um volume igual ao volume de poros, 50% dos sais dissolvidos foram lixiviados. SILVEIRA (2000), trabalhando com a aplicação de gesso dissolvido na água de irrigação para à recuperação de solos sódicos e salino-sódicos de Pernambuco, observou também que o primeiro lixiviado coletado das colunas de solo apresentou os maiores valores de CE, decrescendo sucessivamente até igualar-se à CE da água usada na irrigação.

A concentração de sódio no lixiviado, quando foi percolado um volume igual a uma vez o volume de poros, apresentou-se muito alta, sendo este aumento mais acentuado nos tratamentos de menores granulometrias (G3 e G4). Provavelmente a maior solubilidade do gesso na presença de altas concentrações de NaCl, além da menor granulometria, resultou em maior presença de SO_4^{2-} em solução, formando o Na_2SO_4 de alta solubilidade, favorecendo, assim, uma maior lixiviação do sódio.

O sódio solúvel removido na primeira lâmina de lixiviação apresentou valores próximos do valor do sódio solúvel encontrado nas amostras dos solos antes da aplicação dos tratamentos. O sódio removido na segunda lâmina de lixiviação (2 x VP) é, em grande parte, oriundo dos sais solúveis presente nos inter-agregados e nos microporos, como também do sódio advindo das reações de troca entre o cálcio da solução e o sódio presente no complexo de troca.

Os valores para o sódio solúvel total removido foi distintamente maior nos graus mais finos (G3 e G4) e, particularmente, quando os corretivos foram incorporados ao solo. Estes resultados provavelmente são devido à maior solubilização dos corretivos nesta forma de aplicação, e em consequência disto ocorreu maior disponibilidade de cálcio em solução para

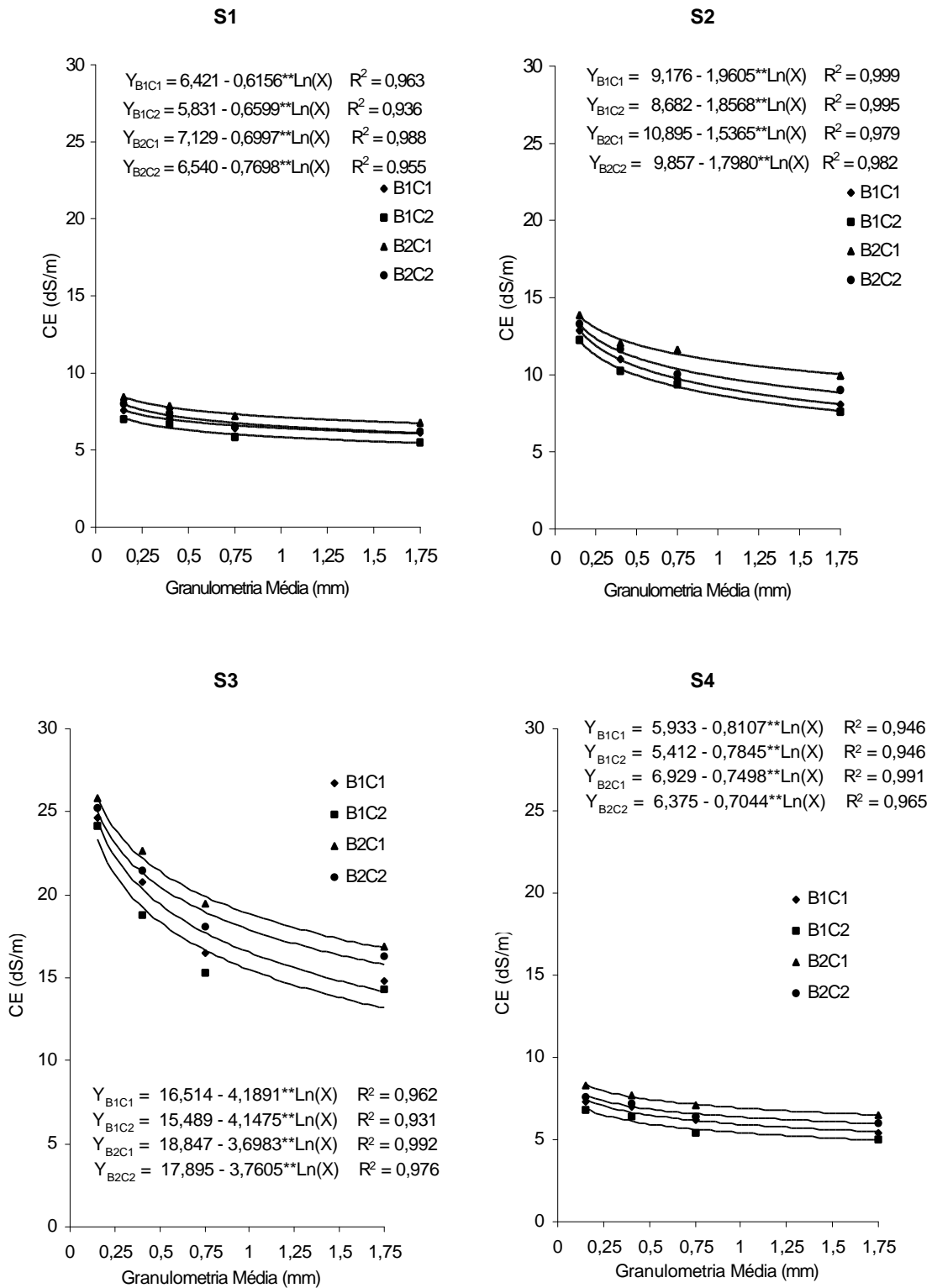


Figura 13 - Condutividade elétrica (CE) no lixiviado para a lâmina de lixiviação igual a um volume de poros (1^o VP), em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), \bar{G} 1 (1,5 mm), \bar{G} 2 (0,75 mm), \bar{G} 3 (0,4 mm) e \bar{G} 4 (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

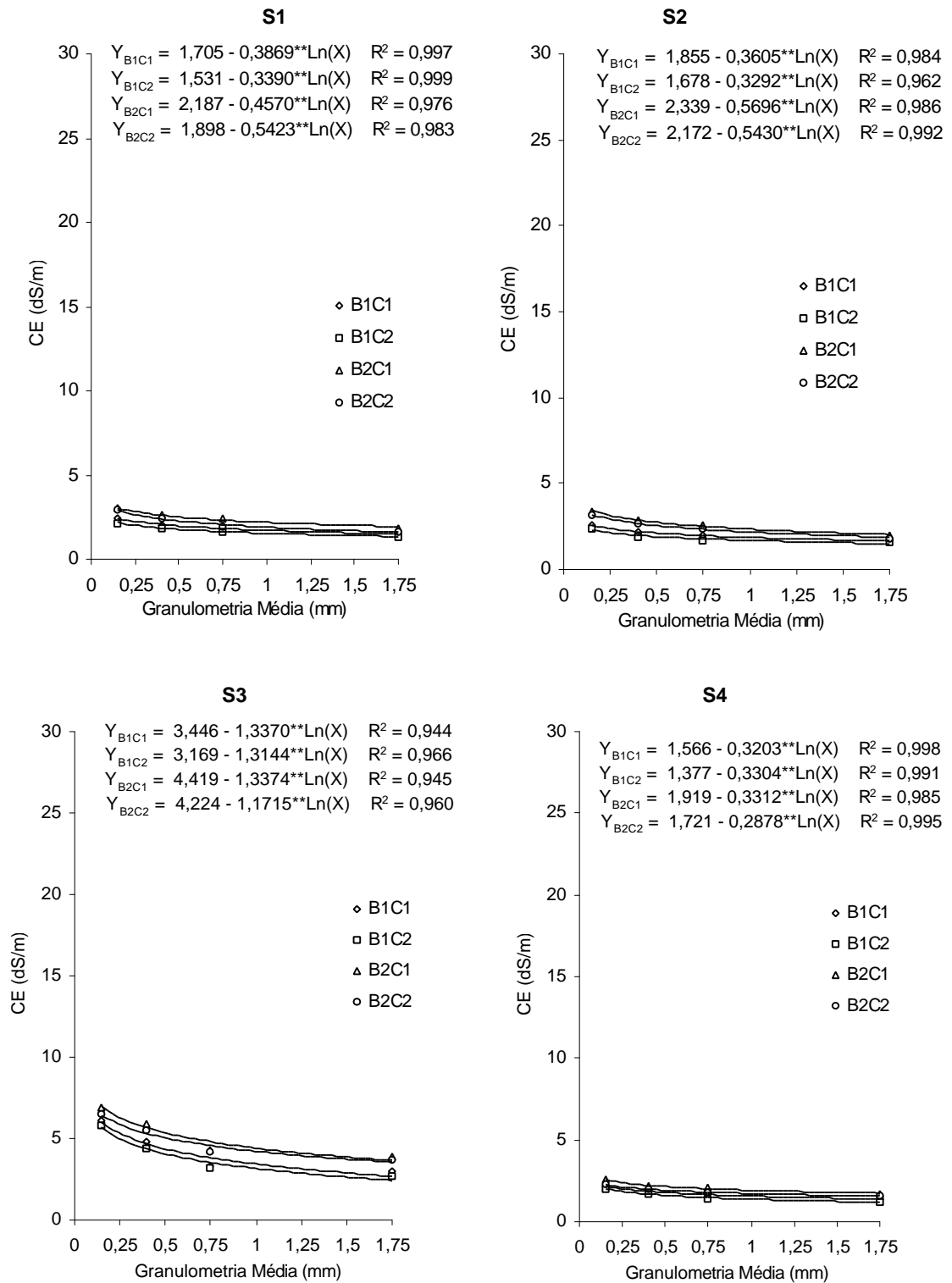


Figura 14 - Condutividade elétrica (CE) no lixiviado para a lâmina de lixiviação igual a dois volumes de poros (2^o VP), em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), \bar{G} 1 (1,5 mm), \bar{G} 2 (0,75 mm), \bar{G} 3 (0,4 mm) e \bar{G} 4 (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

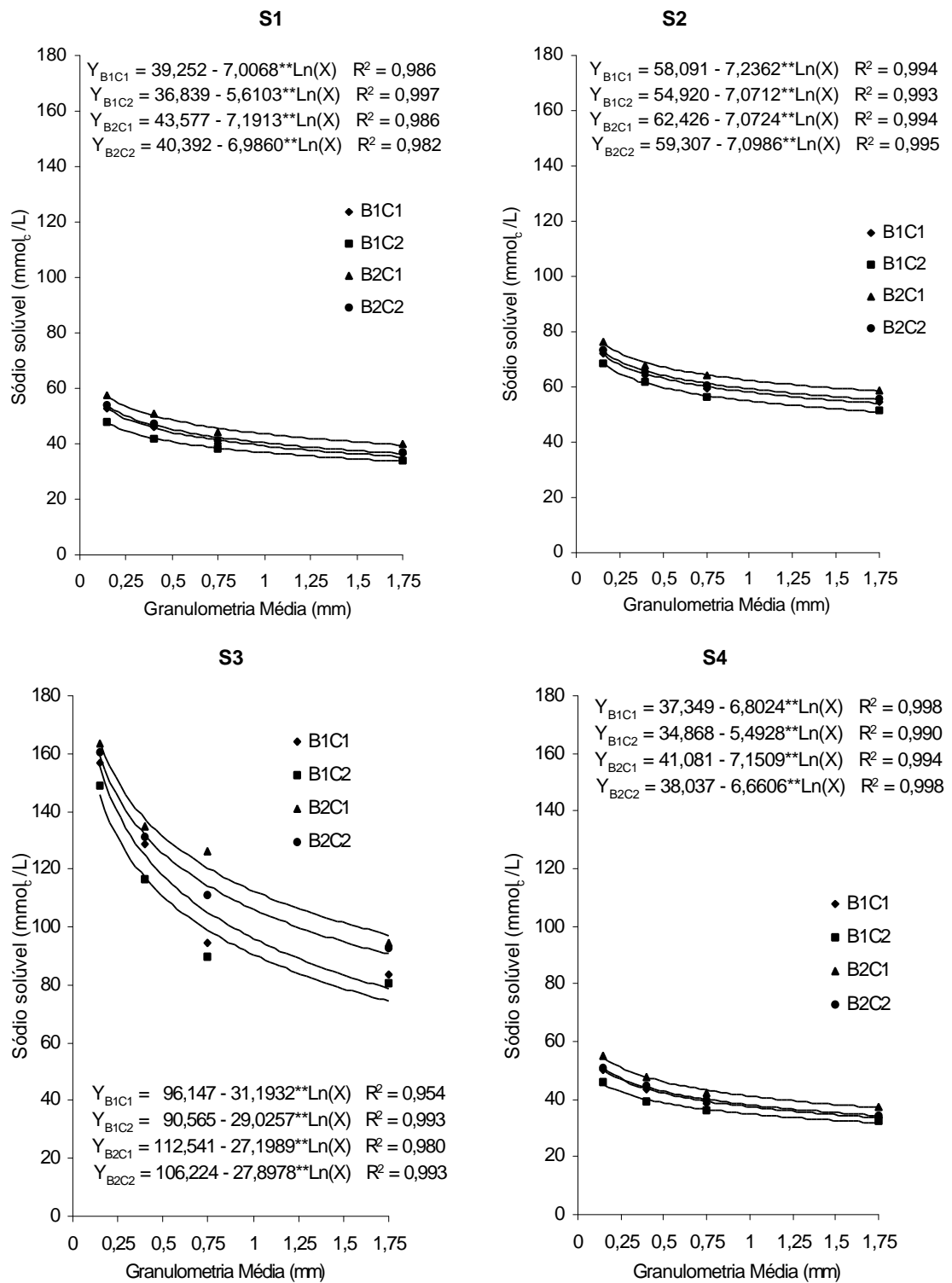


Figura 15 - Sódio solúvel no lixiviado para a lâmina de lixiviação igual a um volume de poros (1^o VP), em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), \bar{G} 1 (1,5 mm), \bar{G} 2 (0,75 mm), \bar{G} 3 (0,4 mm) e \bar{G} 4 (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

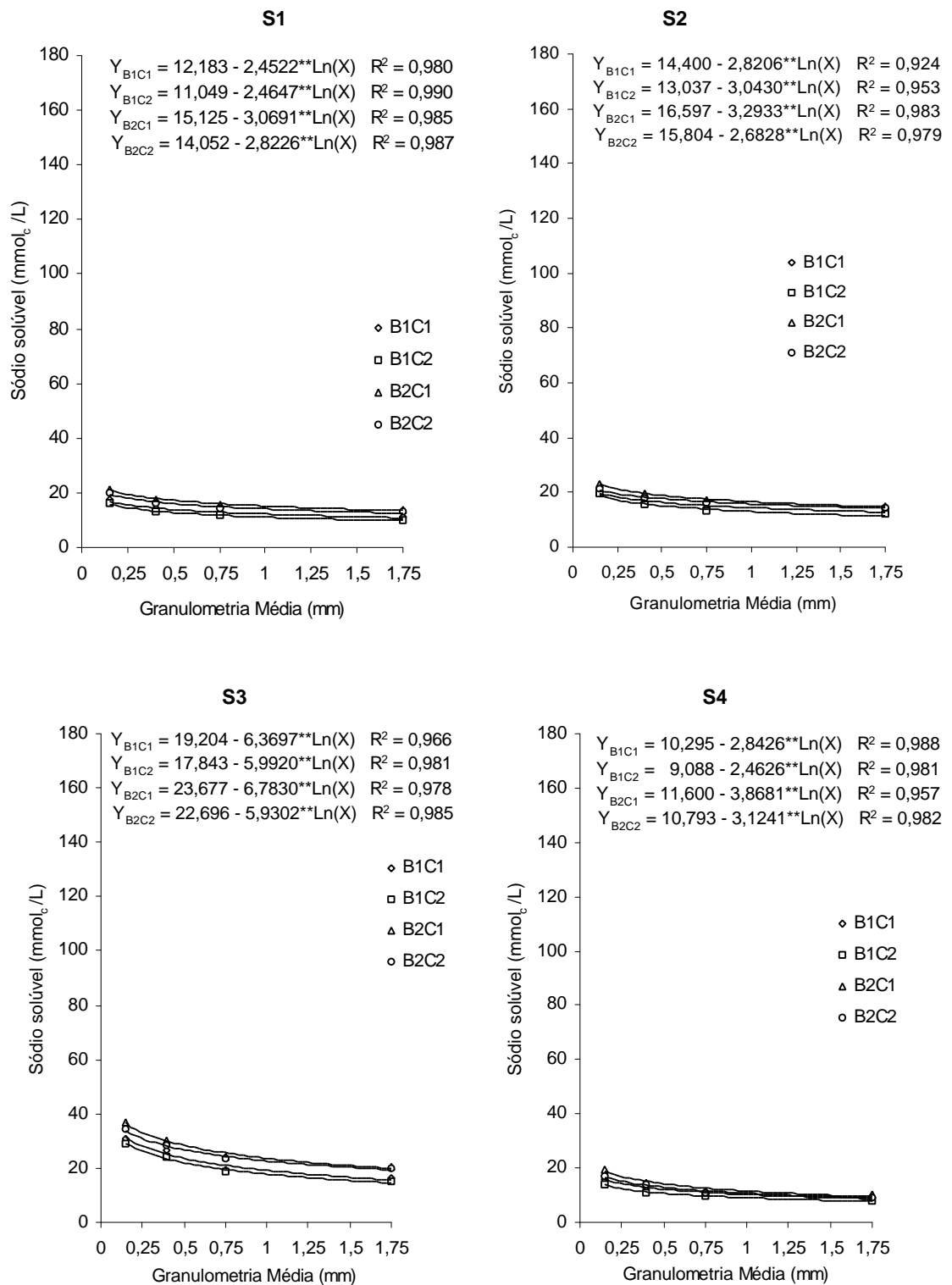


Figura 16 - Sódio solúvel no lixiviado para a lâmina de lixiviação igual a dois volumes de poros (2^o VP), em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), \bar{G} 1 (1,5 mm), \bar{G} 2 (0,75 mm), \bar{G} 3 (0,4 mm) e \bar{G} 4 (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

participar das reações de troca entre sódio-cálcio. Tal comportamento também foi constatado por GOBRAN et al. (1982), que não observaram diferenças significativas para sódio e cálcio solúveis no lixiviado, quando foram utilizadas partículas de gesso com diâmetro nas faixas de: 2-1 mm, 1-0,5 mm e < 0,5 mm. Entretanto ocorreu diferença significativa quanto à forma de aplicação. Os autores concluíram que a eficiência do corretivo foi muito superior quando incorporado nos primeiros 5 cm do solo, comparado à aplicação em superfície. Resultados semelhantes foram relatados por CAVALCANTE e SILVEIRA (1985), em estudo de recuperação de solo salino-sódico em colunas de solo.

A Figura 17 mostra os resultados do pH do lixiviado. Para a primeira lâmina de lixiviação, verifica-se elevação no pH à medida que diminui o tamanho das partículas de gesso, o que demonstra que há uma relação direta entre o pH e a concentração de sódio presente no lixiviado. Os resultados de pH obtidos na segunda lâmina de lixiviação (Figura 18) indicam comportamento oposto aos obtidos para condutividade elétrica e sódio solúvel: enquanto os valores para condutividade elétrica e para sódio solúvel diminuíram, para os valores de pH ocorreu razoável incremento. É possível que este aumento esteja relacionado com a diminuição da concentração total de sais e com a predominância de sódio em relação aos cátions presentes na solução, o que concorda com os resultados relatados por SANTOS (1995), AHAMAD et al. (1997) e SILVEIRA (2000), trabalhando como solos salino-sódicos da Paraíba, de Illinois e de Pernambuco, respectivamente.

4.4. Condutividade hidráulica dos solos

Os fatores físicos e químicos que afetam a estabilidade dos agregados e, conseqüentemente, a dos macroporos de solos salino-sódicos e sódicos têm sido exaustivamente investigados por diversos autores (ARORA e COLEMAN, 1979; FREITAS et al., 1984; RENGASAMY e OLSSON, 1991). A expansão e, ou, a dispersão dos colóides do solo alteram a geometria dos poros do solo, afetando a permeabilidade. Freqüentemente, a permeabilidade do solo tem sido determinada em termos de condutividade hidráulica do meio saturado. Em solos salino-sódicos, a condutividade hidráulica do meio saturado

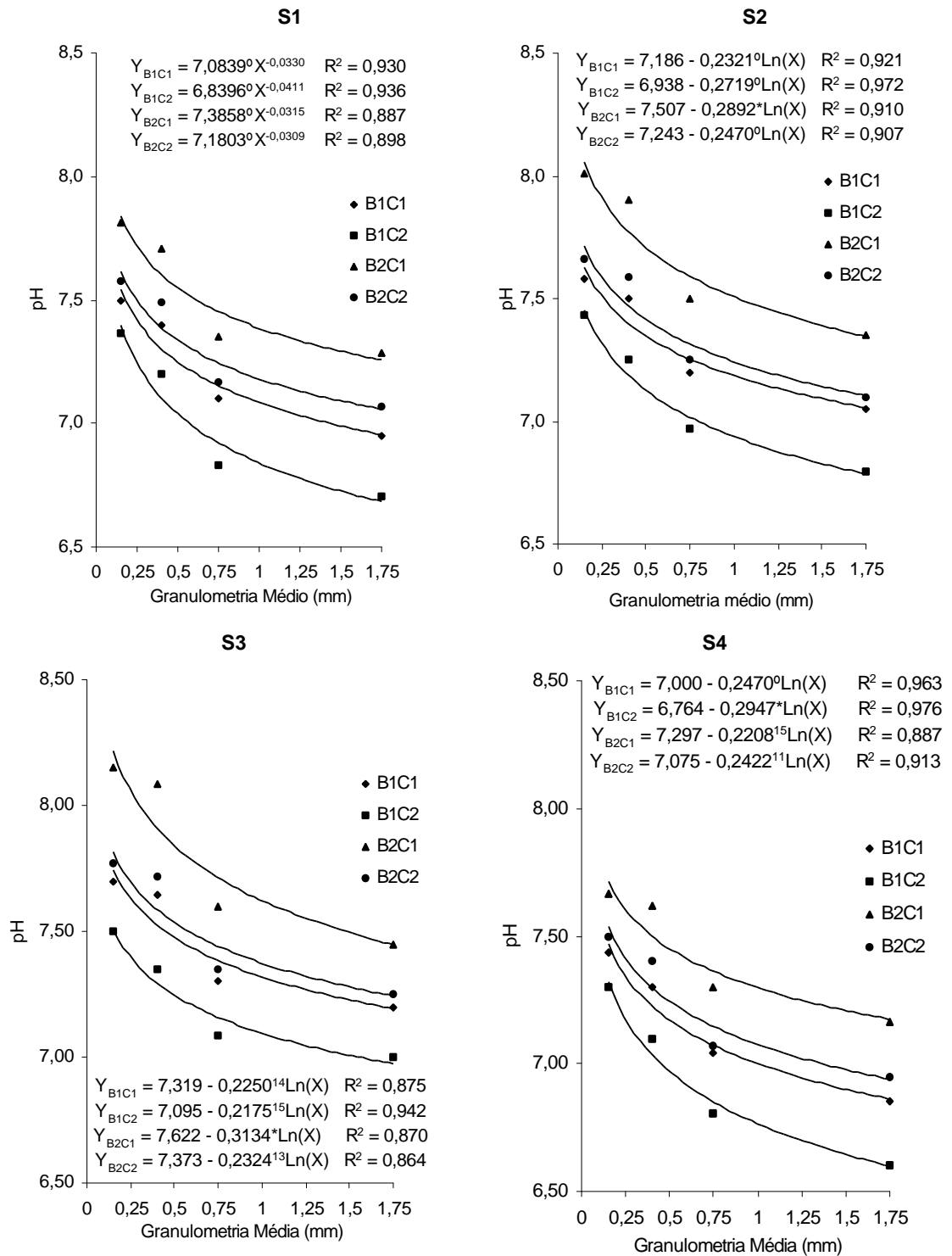


Figura 17 - pH no lixiviado para a lâmina de lixiviação igual a um volume de poros (1° VP), em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), $\bar{G} 1$ (1,5 mm), $\bar{G} 2$ (0,75 mm), $\bar{G} 3$ (0,4 mm) e $\bar{G} 4$ (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

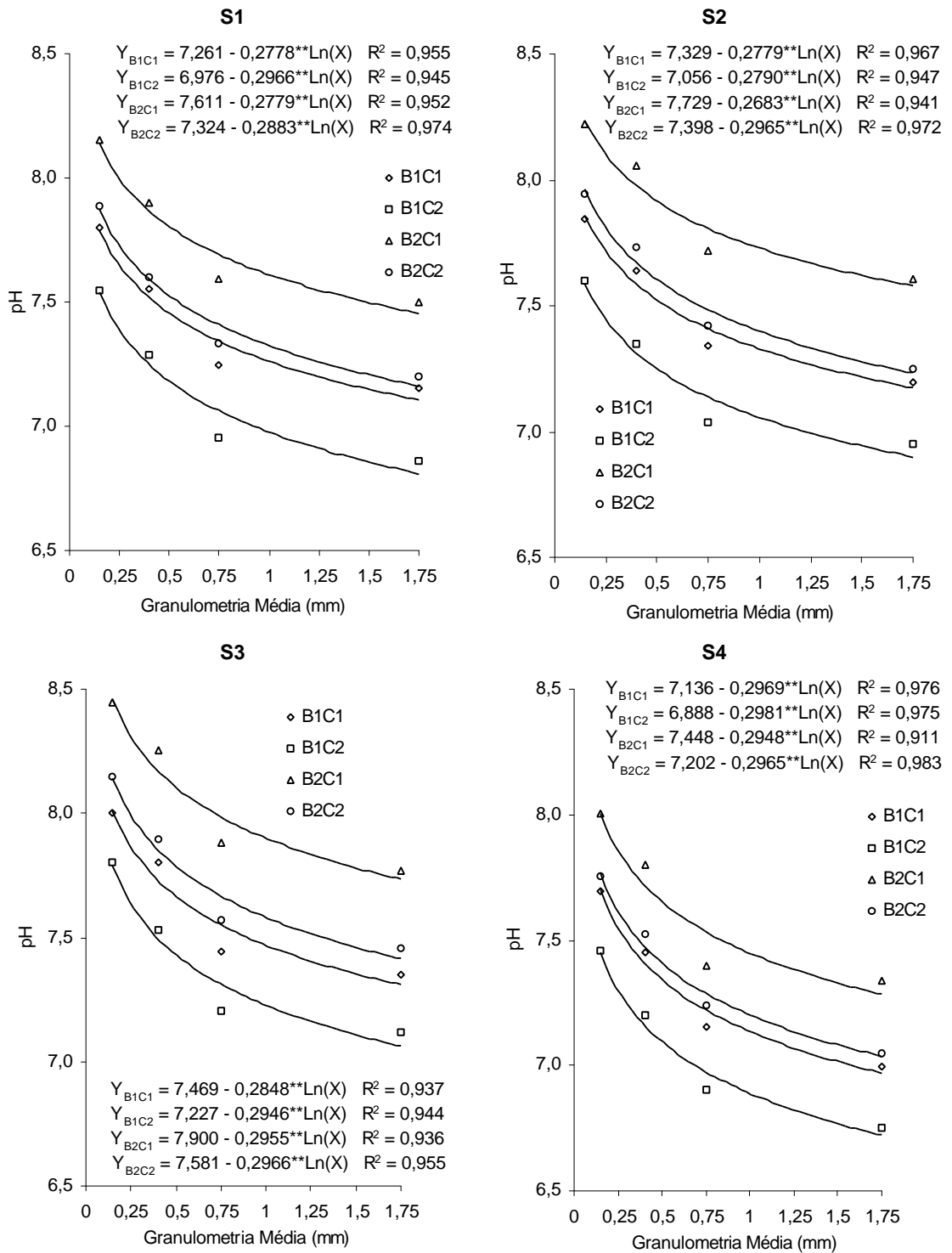


Figura 18 - pH no lixiviado para a lâmina de lixiviação igual a dois volumes de poros (2° VP), em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), $\bar{G} 1$ (1,5 mm), $\bar{G} 2$ (0,75 mm), $\bar{G} 3$ (0,4 mm) e $\bar{G} 4$ (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

decrece quando a concentração de sais diminui e, ou, quando a percentagem de sódio trocável aumenta. Esse efeito é normalmente maior para solos que apresentam argilas expansivas, especialmente montmorilonita (BRESLER et al., 1982; YAGUE, 1994; SUMNER, 1995).

No presente estudo, os resultados obtidos (Quadro 10 e Figura 19) indicam efeito positivo da aplicação de gesso e da combinação de gesso e calcário no aumento da condutividade hidráulica dos solos, em relação as condições iniciais (Quadro 4). Observa-se também que o fornecimento dos corretivos foi mais eficiente quando incorporados ao solo. Os maiores valores foram observados quando foram utilizadas as menores granulometrias de gesso (G3 e G4), fato este relacionado com a maior permeabilidade do solo apresentada pelas amostras de solos que receberam gesso de granulometria $< 0,5$ mm. A maior solubilização do gesso verificada nesses tratamentos, além de aumentar a concentração total de sais, favoreceu uma maior floculação dos colóides dos solos pela substituição do sódio pelo cálcio no complexo de troca, resultando em um possível aumento na estabilidade dos agregados dos solos, refletindo em um pequeno incremento de sua condutividade hidráulica. A aplicação de calcário ou da mistura gesso e calcário é indicada para aumentar a estabilidade estrutural de solos sódicos da Austrália (McKENZIE et al., 1995).

Muitos pesquisadores têm confirmado que a condutividade hidráulica do solo é altamente afetada pela concentração de sais e pela composição da solução expressa pela taxa de $\text{Na}^+:\text{Ca}^{2+}$ solúveis. À medida que o sódio no complexo de troca é substituído pelo cálcio, há uma diminuição da espessura da dupla camada difusa e, conseqüentemente, uma redução do grau de dispersão da argila, resultando em aumento da condutividade hidráulica do solo (SAMPAIO, 1993; CHAVES e ROLIM, 1997; SILVEIRA et al., 1999; FONSÊCA, 2000).

Resultados similares foram obtidos por CHAWLA e ABROL (1982b), utilizando gesso de diferentes granulometrias: I (2-1 mm), II (1-0,6 mm), III (0,6-0,25 mm), IV (0,25-0,125 mm) e V ($< 0,125$ mm). Os autores observaram que, com o aumento da finura do gesso, a condutividade aumentou consideravelmente. Os valores obtidos para condutividade hidráulica para os graus II, III, IV e V foram, respetivamente, 3,5, 5,8, 9,2 e 11,5 vezes maior que o valor para o grau I, o que foi somente $0,052 \times 10^2$ cm/mim.

Quadro 10 - Característica para condutividade hidráulica média dos solos S1, S2, S3 e S4

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	S1	S2	S3	S4
			----- cm/h -----			
Sup. *B1	°C1	G1	1,20	0,49	0,08	1,20
		G2	1,27	0,58	0,09	1,56
		G3	1,36	0,60	0,11	1,77
		G4	1,45	0,60	0,13	2,18
	°C2	G1	1,14	0,48	0,07	1,13
		G2	1,19	0,56	0,07	1,44
		G3	1,24	0,58	0,11	1,65
		G4	1,50	0,59	0,11	1,99
Inc. **B2	°C1	G1	1,48	0,56	0,12	1,74
		G2	1,74	0,62	0,23	2,01
		G3	1,86	0,63	0,29	2,07
		G4	1,89	0,67	0,35	2,54
	°C2	G1	1,32	0,53	0,09	1,28
		G2	1,49	0,59	0,20	1,70
		G3	1,66	0,62	0,26	1,94
		G4	1,76	0,64	0,29	2,28

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; e °°G = granulometria média do gesso, G1 (1,5 mm), G2 (0,75 mm), G3 (0,4 mm) e G4 (0,15 mm).

BRESLER et al. (1982) chamam à atenção que a relação entre a condutividade hidráulica e algumas propriedades do solo tem sido estudada por diversos autores. Entretanto todas as relações obtidas são inadequadas para prever a condutividade hidráulica para solos afetados por sais e para descrever a dependência da permeabilidade sobre a interação entre a efetiva porosidade do solo e a concentração e composição da solução do solo. A adição de gesso em solo sódico não leva ao aumento significativo na porosidade total ou macroporosidade. Entretanto ela aumenta a velocidade de infiltração de água no solo, devido ao efeito eletrólito, levando ao aumento do estoque de água no solo e maior uso de água pelas culturas em campo (LOVEDAY, 1976; BLACKWELL et al., 1991). Este efeito foi contestado por RAMIREZ et al. (1999), trabalhando na recuperação de um solo salino-sódico da Venezuela, depois da aplicação de gesso em campo, nas taxas de 2,0, 4,0 e 6,0 t/ha, os autores observaram que com a aplicação da maior dose de gesso a quantidade de água infiltrada no solo foi duas vezes maior que a do tratamento que não recebeu gesso.

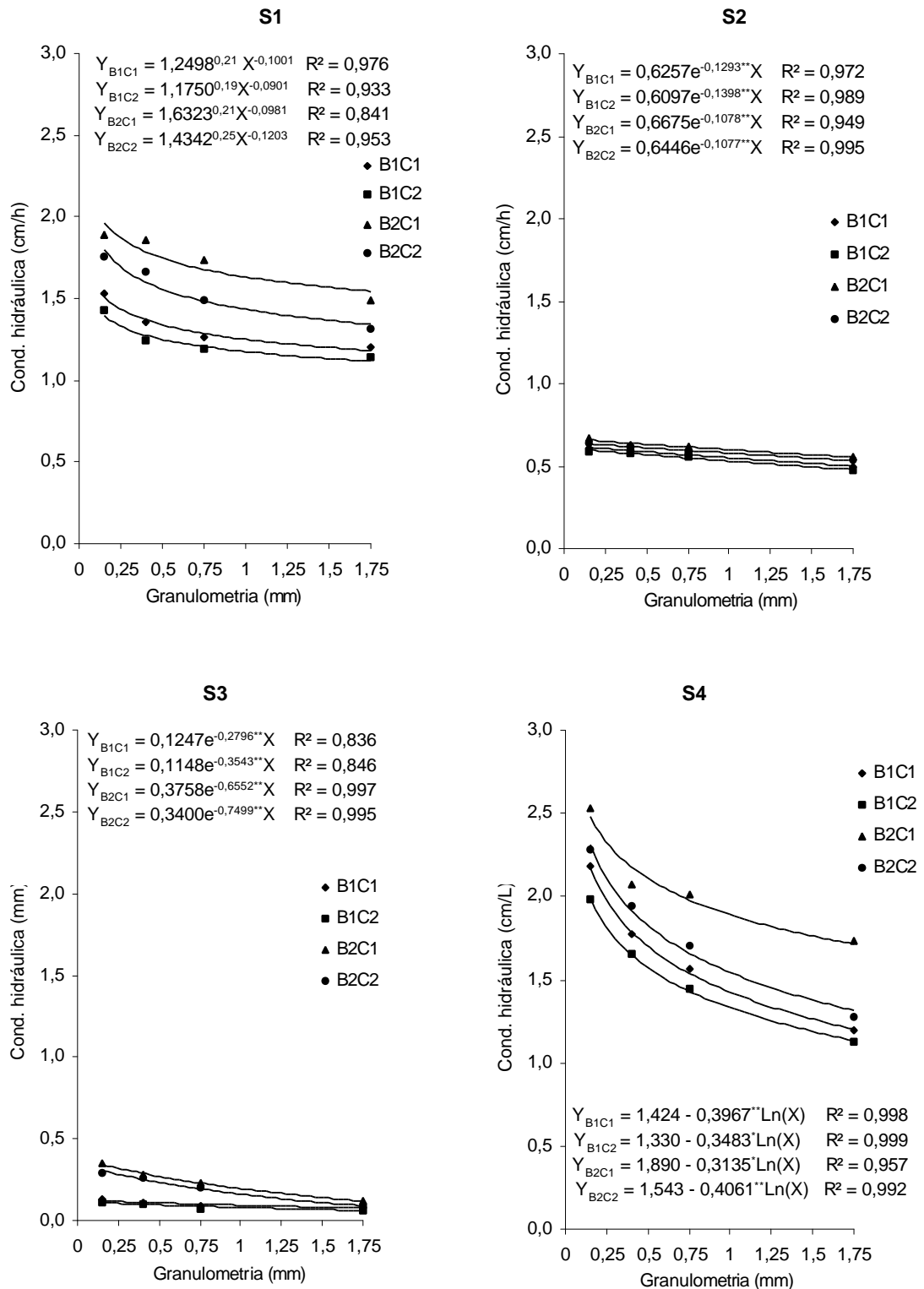


Figura 19 - Condutividade hidráulica média, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), $\bar{G} 1$ (2-1 mm), $\bar{G} 2$ (1-0,5 mm), $\bar{G} 3$ (0,5-0,3 mm), $\bar{G} 4$ (< 0,3 mm), $\bar{G} 3$ (0,5-0,3 mm) e $\bar{G} 4$ (< 0,3 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

4.5. Cátions trocáveis, PST e pH dos solos

A taxa de dissolução do gesso e o subsequente movimento de íons dissolvidos do local de dissolução determinam a eficiência do gesso como corretivo. Diversos autores relataram que a taxa de dissolução do gesso aumenta com o aumento na área de superfície específica das partículas e é controlada pela difusão na solução do solo e pela cinética das reações entre a fase sólida e a fase líquida. No presente trabalho, os resultados apresentados nos Quadros de 11 a 14 e nas Figuras 20 e 21 indicam que, independentemente dos tratamentos utilizados, ocorreu grande diminuição do sódio trocável em relação aos valores originais, principalmente na profundidade de 0-5 cm. Esta tendência, embora com menor magnitude, é constatada também para a profundidade de 5-10 cm, confirmando a eficiência da quantidade de gesso determinada em laboratório no deslocamento do sódio trocável do complexo de troca. O mesmo acontece com a eficácia da aplicação de gesso de granulometrias diferenciadas e da mistura de gesso e calcário na recuperação dos solos salino-sódicos em estudos.

Os dados de sódio trocável para todas as amostras estudadas indicam que os corretivos incorporados ao solo apresentaram-se mais eficazes do que quando aplicados em superfície. Tal afirmativa está fundamentada no fato de ocorrer maior contato da água com as partículas de gesso e calcário quando uma quantidade desses corretivos é incorporada à camada de 0-5 cm de profundidade, durante a lixiviação. Por causa da baixa solubilidade do gesso, o tempo de contato da água com o corretivo é de importância fundamental para que ocorra maior solubilização, difusão e reações de troca entre o cálcio e o sódio.

Entre as granulometrias utilizadas, as partículas de maior superfície específica (G3 e G4) apresentaram-se mais eficazes no deslocamento do sódio trocável. Este resultado é devido à alta solubilização e reatividade das partículas menores, resultando, inicialmente, na maior concentração de cálcio em solução. Este efeito é somado a uma mais rápida substituição do sódio trocável, enquanto nas partículas maiores (G1 e G2) a dissolução é relativamente mais lenta, resultando em menor concentração de cálcio inicialmente e em menor substituição do sódio presente no complexo de troca.

Quadro 11 – Características químicas do solo, amostra S1

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	Cátions Trocáveis								#PST		##pH	
			Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺		K ⁺		0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			----- cmol _e /dm ³ -----								----- % -----			
Sup. *B1	°C1	G1	11,33	10,72	2,91	2,91	0,81	1,41	0,27	0,27	5,28	9,19	6,88	6,97
		G2	11,54	10,99	2,89	2,90	0,61	1,16	0,26	0,25	3,97	7,56	6,76	6,88
		G3	11,72	11,23	2,87	2,93	0,52	0,91	0,26	0,26	3,37	5,93	6,60	6,74
		G4	12,04	11,54	2,65	2,89	0,40	0,67	0,25	0,25	2,63	4,36	6,47	6,63
	°°C2	G1	11,22	10,55	2,92	2,93	0,88	1,58	0,27	0,27	5,73	10,29	7,05	7,12
		G2	11,41	10,85	2,91	2,89	0,71	1,30	0,26	0,26	4,63	8,47	6,94	7,05
		G3	11,65	11,08	2,91	2,92	0,59	1,12	0,26	0,27	3,82	7,30	6,75	6,91
		G4	11,90	11,43	2,70	2,91	0,48	0,71	0,27	0,26	3,13	4,63	6,63	6,80
Inc. **B2	°C1	G1	11,53	10,95	2,89	2,91	0,63	1,21	0,26	0,27	4,10	7,86	6,79	6,85
		G2	11,76	11,24	2,81	2,93	0,55	0,88	0,25	0,26	3,58	5,71	6,68	6,76
		G3	11,97	11,50	2,68	2,90	0,42	0,77	0,24	0,25	2,74	5,02	6,47	6,61
		G4	12,25	11,73	2,48	2,89	0,31	0,54	0,25	0,26	2,04	3,52	6,36	6,52
	°°C2	G1	11,39	10,79	2,90	2,92	0,74	1,34	0,27	0,26	4,80	8,73	7,00	7,07
		G2	11,60	11,12	2,87	2,93	0,62	1,01	0,25	0,27	4,02	6,58	6,83	6,94
		G3	11,79	11,37	2,84	2,91	0,51	0,82	0,26	0,26	3,32	5,34	6,66	6,78
		G4	12,11	11,65	2,61	2,90	0,37	0,59	0,27	0,25	2,41	3,84	6,55	6,74

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °°C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm); #PST = percentagem de troca de sódio; e ##pH H₂O relação 1: 2,5.

Quadro 12 – Características químicas do solo, para amostra S2

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	Cátions Trocáveis								#PST		##pH	
			Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺		K ⁺		0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			----- cmol _e /dm ³ -----								----- % -----			
Sup. *B1	°C1	G1	12,33	11,67	2,12	2,13	1,00	1,62	0,32	0,33	6,35	10,25	7,05	7,18
		G2	12,50	12,01	2,11	2,12	0,86	1,26	0,32	0,31	5,46	7,97	6,93	7,06
		G3	12,98	12,21	1,80	2,11	0,67	1,10	0,31	0,32	4,24	6,96	6,74	6,90
		G4	13,24	12,56	1,60	2,09	0,55	0,77	0,32	0,33	3,48	4,87	6,65	6,81
	°°C2	G1	12,20	11,51	2,13	2,14	1,08	1,79	0,32	0,31	6,81	11,33	7,25	7,33
		G2	12,39	11,89	2,11	2,12	0,96	1,43	0,31	0,33	6,08	9,05	7,10	7,24
		G3	12,86	12,10	1,88	2,10	0,73	1,22	0,33	0,33	4,62	7,72	6,90	7,07
		G4	13,18	12,44	1,67	2,12	0,58	0,85	0,33	0,33	3,69	5,38	6,82	6,98
Inc. **B2	°C1	G1	12,45	11,96	2,10	2,13	0,89	1,34	0,33	0,33	5,65	8,48	6,93	7,02
		G2	12,66	12,27	2,05	2,12	0,75	0,99	0,32	0,32	4,73	6,24	6,81	6,93
		G3	13,28	12,51	1,65	2,10	0,54	0,88	0,32	0,32	3,44	5,57	6,62	6,77
		G4	13,69	12,77	1,40	2,09	0,40	0,62	0,31	0,31	2,55	3,95	6,53	6,69
	°°C2	G1	12,39	11,84	2,12	2,13	0,96	1,48	0,33	0,32	6,10	9,37	7,20	7,25
		G2	12,55	12,13	2,10	2,12	0,80	1,17	0,32	0,33	5,04	7,41	7,00	7,14
		G3	13,04	12,33	1,83	2,11	0,61	1,05	0,33	0,33	3,88	6,62	6,80	6,96
		G4	13,52	12,68	1,52	2,09	0,46	0,71	0,31	0,32	2,91	4,49	6,75	6,92

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °°C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm); #PST = percentagem de troca de sódio; e ##pH H₂O relação 1: 2,5.

Quadro 13 - Características químicas do solo, para amostra S3

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	Cátions Trocáveis								#PST		##pH	
			Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺		K ⁺		0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			----- cmol/dm ³ -----								----- % -----			
Sup. *B1	°C1	G1	11,40	10,81	1,20	1,20	1,19	1,82	0,16	0,17	8,49	12,99	7,18	7,30
		G2	11,64	11,07	1,22	1,18	0,97	1,58	0,14	0,16	6,95	11,28	7,06	7,21
		G3	11,84	11,31	1,20	1,21	0,82	1,32	0,16	0,16	5,88	9,42	6,90	7,07
		G4	12,17	11,61	0,95	1,22	0,71	1,03	0,17	0,15	5,04	7,35	6,77	6,94
	°°C2	G1	11,33	10,73	1,20	1,18	1,34	1,92	0,15	0,16	9,56	13,70	7,36	7,47
		G2	11,54	10,91	1,20	1,20	1,08	1,72	0,16	0,15	7,68	12,30	7,23	7,37
		G3	11,76	11,17	1,21	1,18	0,88	1,51	0,16	0,14	6,28	10,78	7,04	7,20
		G4	12,02	11,50	1,02	1,19	0,77	1,10	0,16	0,17	5,50	7,83	6,97	7,14
Inc. **B2	°C1	G1	11,67	10,95	1,18	1,20	0,98	1,67	0,17	0,17	7,00	11,94	7,10	7,21
		G2	11,74	11,36	1,15	1,21	0,90	1,25	0,16	0,16	6,42	8,92	6,95	7,09
		G3	12,14	11,63	0,93	1,22	0,72	1,01	0,16	0,15	5,14	7,19	6,79	6,97
		G4	12,51	11,85	0,70	1,18	0,59	0,83	0,15	0,14	4,19	5,92	6,68	6,85
	°°C2	G1	11,53	10,86	1,21	1,21	1,09	1,76	0,17	0,16	7,78	12,56	7,27	7,36
		G2	11,69	11,23	1,19	1,19	0,98	1,41	0,15	0,14	7,00	10,04	7,15	7,28
		G3	11,99	11,46	1,05	1,20	0,78	1,20	0,16	0,17	5,54	8,59	6,97	7,12
		G4	12,29	11,77	0,87	1,18	0,66	0,90	0,15	0,16	4,71	6,40	6,90	7,06

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °°C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm); #PST = percentagem de troca de sódio; e ##pH H₂O relação 1: 2,5.

Quadro 14 - Características químicas do solo, para amostra S4

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	Cátions Trocáveis								#PST		##pH	
			Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺		K ⁺		0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			----- cmol/dm ³ -----								----- % -----			
Sup. *B1	°C1	G1	6,37	5,96	2,20	2,23	0,44	0,79	0,24	0,26	4,73	8,45	6,79	6,90
		G2	6,52	6,17	2,15	2,19	0,35	0,65	0,25	0,24	3,80	6,98	6,66	6,78
		G3	7,00	6,29	1,75	2,20	0,29	0,51	0,24	0,26	3,11	5,48	6,51	6,65
		G4	7,32	6,49	1,54	2,22	0,19	0,32	0,25	0,24	2,08	3,40	6,36	6,51
	°°C2	G1	6,29	5,88	2,23	2,22	0,48	0,84	0,26	0,26	5,12	9,02	6,94	7,03
		G2	6,39	6,09	2,21	2,20	0,42	0,74	0,26	0,25	4,51	7,95	6,83	6,95
		G3	6,82	6,21	1,87	2,23	0,34	0,61	0,25	0,24	3,65	6,59	6,67	6,81
		G4	7,13	6,44	1,69	2,20	0,24	0,38	0,24	0,25	2,58	4,08	6,54	6,69
Inc. **B2	°C1	G1	6,49	6,16	2,20	2,23	0,36	0,65	0,25	0,26	3,87	6,98	6,68	6,77
		G2	6,75	6,41	1,98	2,21	0,31	0,45	0,24	0,25	3,29	4,80	6,55	6,66
		G3	7,35	6,49	1,45	2,19	0,23	0,40	0,24	0,23	2,47	4,26	6,38	6,53
		G4	7,83	6,67	1,11	2,18	0,13	0,24	0,23	0,23	1,40	2,58	6,27	6,40
	°°C2	G1	6,42	6,09	2,20	2,22	0,42	0,75	0,25	0,25	4,51	8,09	6,89	6,95
		G2	6,56	6,33	2,12	2,21	0,34	0,54	0,26	0,23	3,65	5,80	6,74	6,85
		G3	7,26	6,42	1,51	2,18	0,28	0,46	0,25	0,25	3,01	4,91	6,59	6,72
		G4	7,60	6,58	1,28	2,20	0,18	0,29	0,24	0,24	1,97	3,15	6,46	6,60

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °°C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm); #PST = percentagem de troca de sódio; e ##pH H₂O relação 1: 2,5.

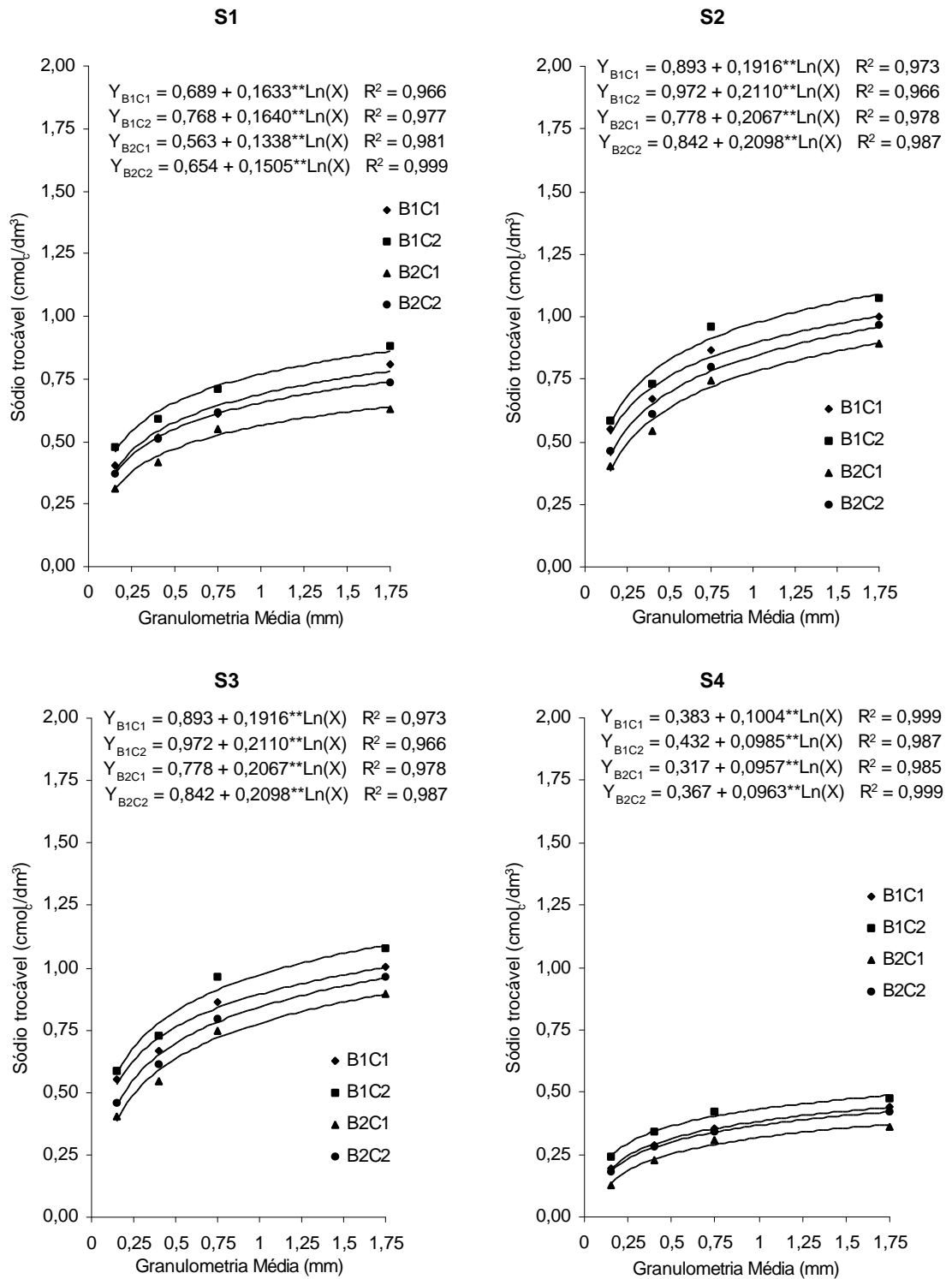


Figura 10 - Sódio trocável na profundidade de 0-5 cm do solo, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), $\bar{G} 1$ (1,5 mm), $\bar{G} 2$ (0,75 mm), $\bar{G} 3$ (0,4 mm) e $\bar{G} 4$ (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

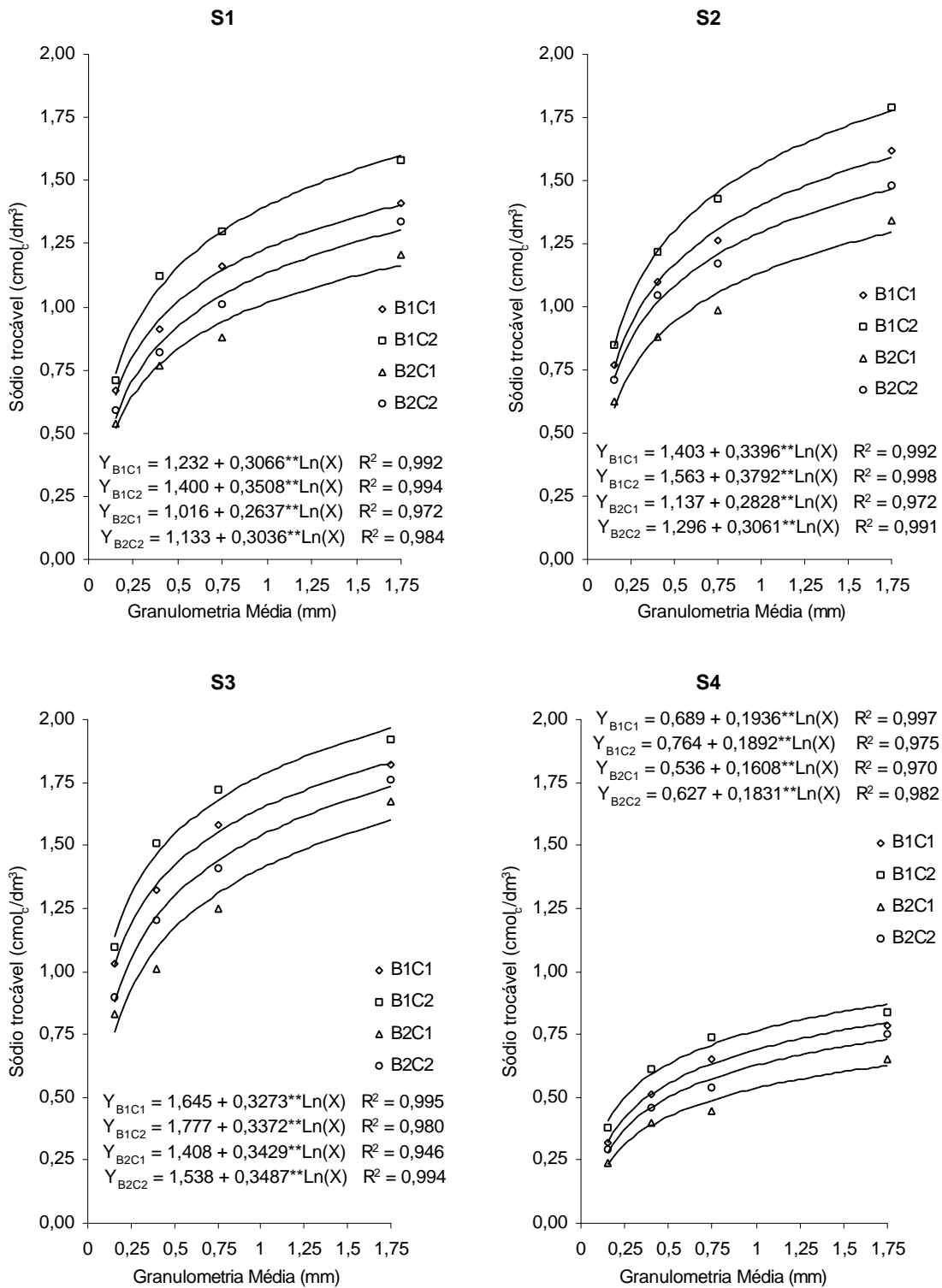


Figura 21 - Sódio trocável na profundidade de 5-10 cm do solo, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), $\bar{G} 1$ (1,5 mm), $\bar{G} 2$ (0,75 mm), $\bar{G} 3$ (0,4 mm) e $\bar{G} 4$ (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

No presente estudo, para todas as amostras estudadas, observa-se que as reações de troca entre o cálcio cedido pelos corretivos e o sódio trocável do solo foram bastante intensas quando se utilizaram partículas de menor tamanho, principalmente na camada de 0-5 cm de profundidade, semelhante ao ocorrido nos estudos de recuperação de solos sódicos em colunas de solo realizados por DE JONG (1982). Adicionando 14,5, 29 e 58 mmol de cálcio por coluna de solo, o autor constatou que a aplicação de 58 mmol foi suficiente para substituir todo sódio trocável e que a reação de troca entre Ca^{2+} - Na^+ foi completa em amostra de solo que apresentam uma RAS de 100, uma CE de 40 dS/m e uma PST que excedia a 40%. Valores extremamente baixos para sódio trocável depois da aplicação de gesso e lixiviação dos sais no solo foram também relatados por SAMPAIO (1993), LIANG et al. (1995) e AHAMAD et al. (1997).

Os valores obtidos para cálcio trocável (Quadros de 11 a 14; Figuras 22 e 23) indicam que a quantidade dos corretivos aplicados, independentemente do método de aplicação, foi adequada para aumentar a saturação por cálcio em todas as amostras estudadas, tanto para o intervalo de 0-5 cm de profundidade quanto para 5-10 cm. Com relação às granulometrias utilizadas, os menores valores foram registrados para a fração mais grosseira, com partículas de diâmetro na faixa de 2-1 mm, mantendo, portanto, uma tendência oposta aos resultados observados para o sódio trocável. HIRA e SINGH (1980) confirmaram que a solubilidade de gesso aumenta com o grau de finura, em uma média de 0,42 a 2,0% para partículas de diâmetros na faixa entre 2,0 e 0,5 mm e < 0,1 mm, respectivamente. Como a superfície específica das partículas de gesso é maior quanto menor o tamanho, conseqüentemente será maior o contato com o sistema solo-água. Tal fato, por sua vez, significa mais cálcio disponível por unidade de volume de água para a troca com o sódio presente no complexo de troca.

Os valores de cálcio trocável foram maiores quando o gesso e o gesso + calcário foram incorporados ao solo, o que se deve, possivelmente, à maior solubilização dos corretivos nesta forma de aplicação, em razão da menor oportunidade de formação de solução saturada. ABROL et al. (1975) sugeriram que o aumento na velocidade do fluxo e o aumento na concentração de cálcio em solução intensificam a reação do cálcio com sódio do complexo de troca.

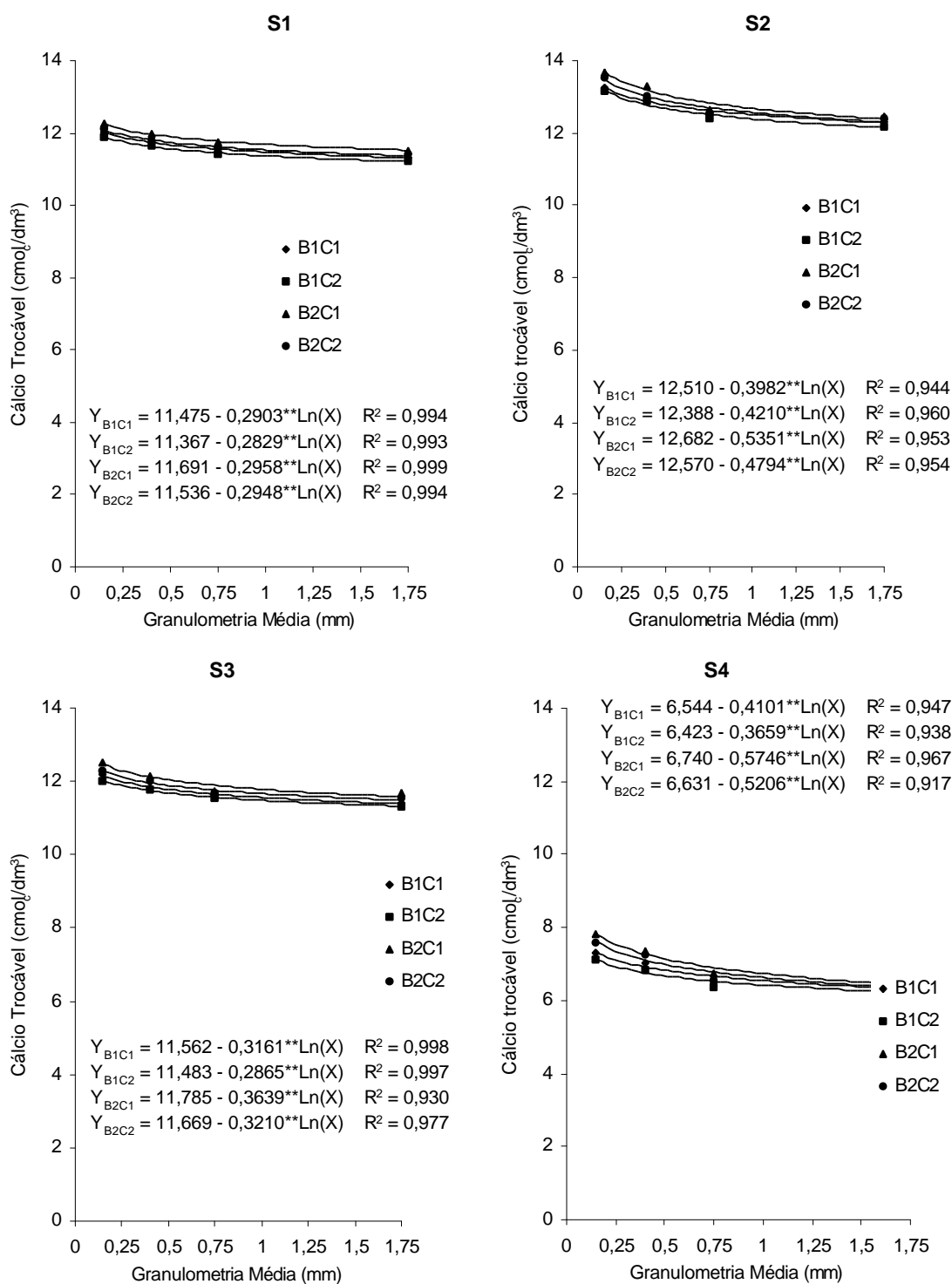


Figura 22 - Cálcio trocável na profundidade de 0-5 cm do solo, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), \bar{G} 1 (1,5 mm), \bar{G} 2 (0,75 mm), \bar{G} 3 (0,4 mm) e \bar{G} 4 (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

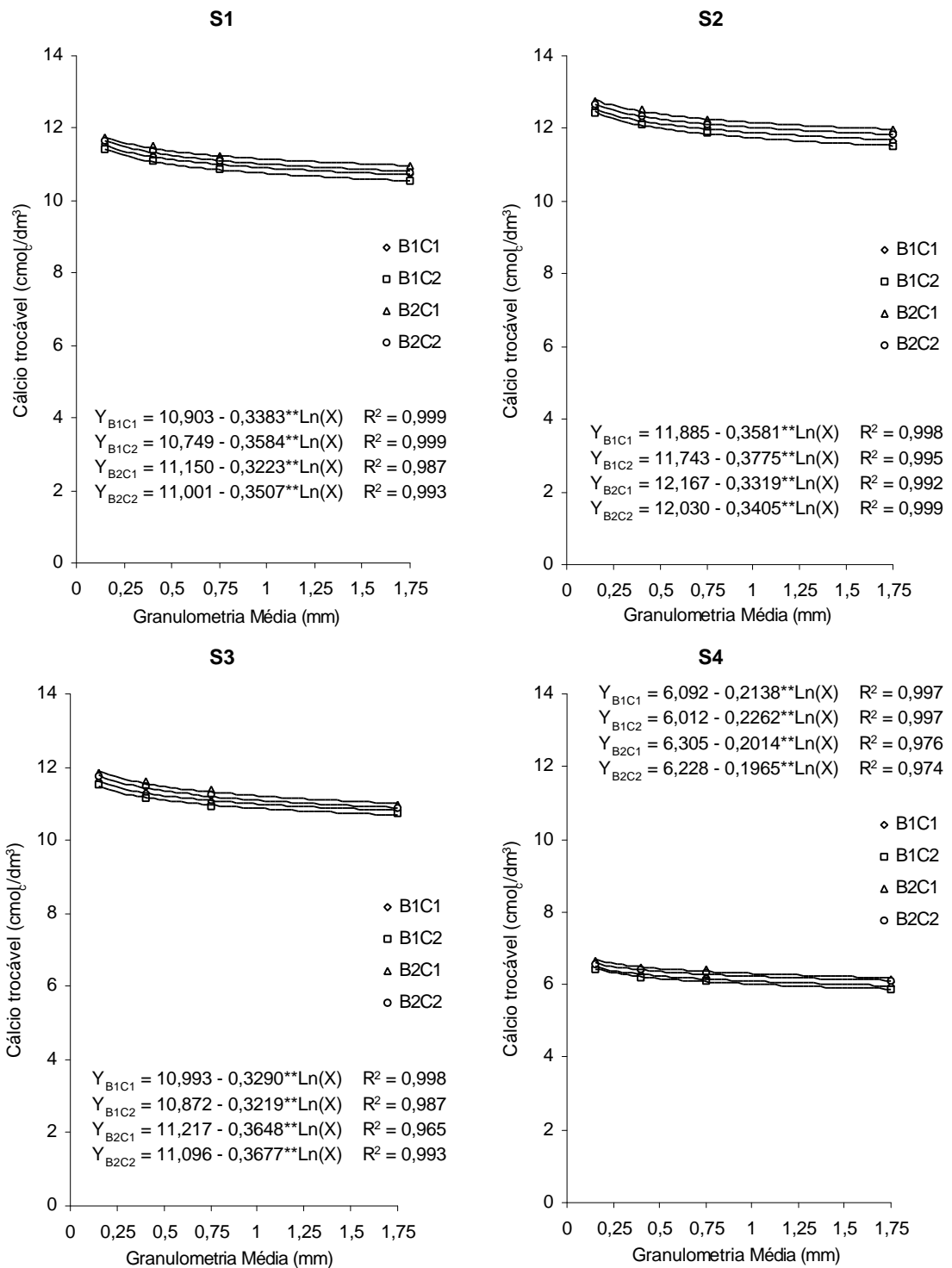


Figura 23 - Cálcio trocável na profundidade de 5-10 cm do solo, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), \bar{G} 1 (1,5 mm), \bar{G} 2 (0,75 mm), \bar{G} 3 (0,4 mm) e \bar{G} 4 (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

Este fenômeno foi constatado por SAMPAIO (1993), ao observar que a amostra de solo com maior taxa de infiltração de água apresentou maior solubilização do gesso, pelo aumento do desgaste das partículas do corretivo por ação da água.

A aplicação em superfície foi muito menos eficaz na substituição do sódio trocável pelo cálcio, e no final do experimento foi constatada a presença de gesso remanescente nos tratamentos que receberam gesso de diâmetro na faixa de 2-1 mm, para as amostras S1, S2 e S4. Com relação à amostra S3, por apresentar uma PST muito elevada ($PST > 80\%$), a maior quantidade de gesso requerida para que a recuperação fosse alcançada resultou em gesso remanescente em todas as faixas de granulometrias utilizadas, tendo sido também constatada a presença de calcário (Quadros 15 e 16). Estes resultados indicam que quando a amostra de solo apresentar uma $PST > 40\%$, uma lâmina maior que duas vezes o volume de poros deve ser utilizada para garantir que todo o gesso seja dissolvido e, conseqüentemente, mais cálcio esteja disponível para substituir o sódio no complexo de troca, aumentando o sucesso da recuperação. Entretanto, isto é somente uma conjectura, existindo a necessidade da obtenção de dados experimentais que comprovem ou não esta hipótese. Estes resultados são similares aos encontrados por DE JONG (1982), que não observou a presença de gesso quando este foi incorporado ao solo. No entanto, quando o gesso foi aplicado em superfície uma parte do gesso não foi dissolvida. O autor concluiu que a menor performance gesso aplicado na superfície é resultante da menor concentração de cálcio na água de percolação nessa forma de aplicação.

Para aplicações do corretivo em superfície é indicada a utilização de gesso agrícola, por este apresentar solubilidade dez vezes maior que a do gesso de jazida (SUMNER, 1995). De acordo com ALCORDO e RECHCIGL (1993), este fato é explicado por ser o diâmetro das partículas do gesso agrícola em torno de 0,05 mm, o que favorece maior e mais rápida solubilização, quando comparado com o gesso de jazidas.

Quadro 15 - Determinação de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e CaCO_3 equivalente, depois da lixiviação das colunas de solos, das amostras de solos S1 e S2

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	S1				S2			
			$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		CaCO_3 Equivalente		$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		CaCO_3 Equivalente	
			0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
----- cmol/dm ³ -----										
Sup. *B1	°C1	G1	0,16	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00
		G2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	°C2	G1	0,19	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00
		G2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inc. **B2	°C1	G1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	°C2	G1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; e °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm).

Quadro 16 - Determinação de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e CaCO_3 equivalente, depois da lixiviação das colunas de solos, das amostras de solos S3 e S4

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	S3				S4			
			$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		CaCO_3 Equivalente		$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		CaCO_3 Equivalente	
			0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
----- cmol/dm ³ -----										
Sup. *B1	°C1	G1	0,75	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
		G2	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G3	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G4	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	°C2	G1	0,82	0,00	0,04	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00
		G2	0,69	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G3	0,48	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G4	0,25	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inc. **B2	°C1	G1	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G3	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	°C2	G1	0,66	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	0,60	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G3	0,33	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		G4	0,10	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; e °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm).

Com relação ao magnésio trocável (Quadros de 11 a 14; Figura 24), observa-se que na profundidade de 0-5 cm, para as granulometrias G2, G3 e G4, o cálcio também substituiu o magnésio no complexo de troca e que esta substituição foi gradativa em relação à granulometria de gesso, sendo a maior dissolução nas granulometrias G3 e G4 responsável por um maior deslocamento de magnésio no complexo de troca. Estes resultados são atribuídos à subdivisão do gesso, pois quanto mais finas as partículas mais rápida sua solubilização e, conseqüentemente, maior a concentração de cálcio em solução para participar das reações de trocas. Para a profundidade de 5-10 cm não foram verificadas mudanças na concentração de magnésio trocável, permanecendo praticamente igual à encontrada nas amostras antes dos tratamentos. Este resultado possivelmente é devido à substituição do magnésio pelo cálcio na faixa de 0-5 cm e à sua posterior lixiviação para essa faixa de profundidade. Fato este também confirmado por SAMPAIO (1993) e SILVEIRA (2000), trabalhando com solos salino-sódicos do Nordeste do Brasil, os quais não observaram reduções deste elemento na camada inferior da coluna de solo.

O potássio trocável nas profundidades de 0-5 cm e de 5-10 cm (Quadros de 11 a 14) apresentou valores pouco diferenciados entre os tratamentos, notando-se também a tendência na manutenção de valores semelhantes às condições originais. Isto pode ser explicado pela capacidade do solo no suprimento de potássio para manter o equilíbrio inicial entre as formas trocável e solúvel, uma vez que todas as amostras apresentaram mica em sua composição mineralógica (BRESLER et al., 1982; SUMNER, 1995).

Todas as amostras de solo apresentaram a mesma tendência de maior diminuição da PST com o aumento da superfície específica das partículas de gesso, e este efeito foi mais pronunciado nos tratamentos que receberam os corretivos incorporados nos primeiros 5 cm da coluna de solo. Os dados apresentados para PST indicam que, independentemente da forma de aplicação dos corretivos e das granulometrias utilizadas, todas as amostras foram recuperadas quanto à sodicidade ($PST < 15\%$), tanto para a profundidade de 0-5 cm como para a profundidade de 5-10 cm (Quadros de 11 a 14; Figuras 25 e 26). Este comportamento também foi constatado por AHAMAD et al. (1997), em trabalhos com solo salino-sódico em colunas de solo. Os autores observaram que a aplicação de gesso teve influência significativa na redução da PST do solo, decorrente da substituição de 96% do sódio trocável no complexo de troca.

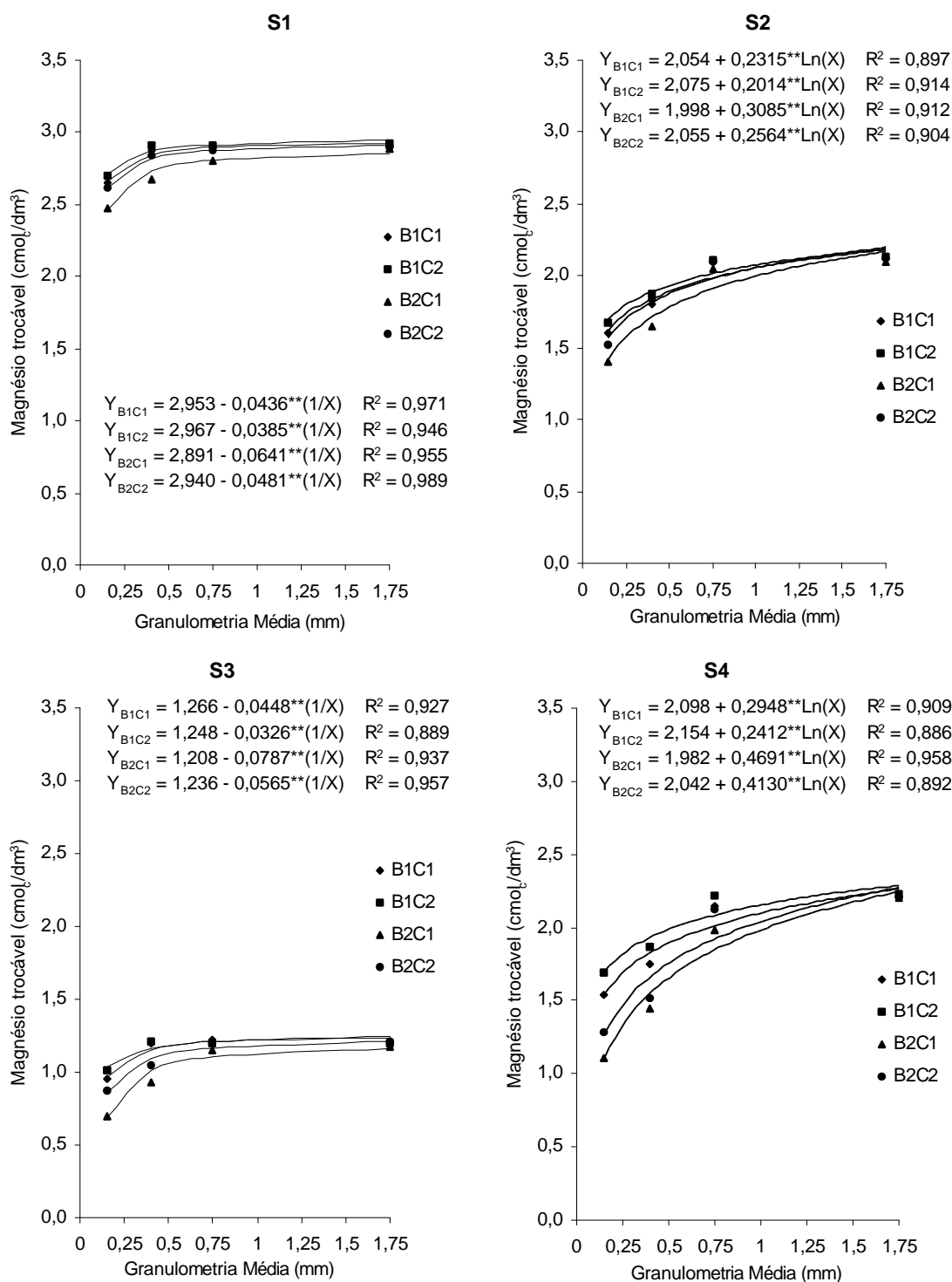


Figura 24 - Magnésio trocável na profundidade de 0-5 cm do solo, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), \bar{G} 1 (1,5 mm), \bar{G} 2 (0,75 mm), \bar{G} 3 (0,4 mm) e \bar{G} 4 (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

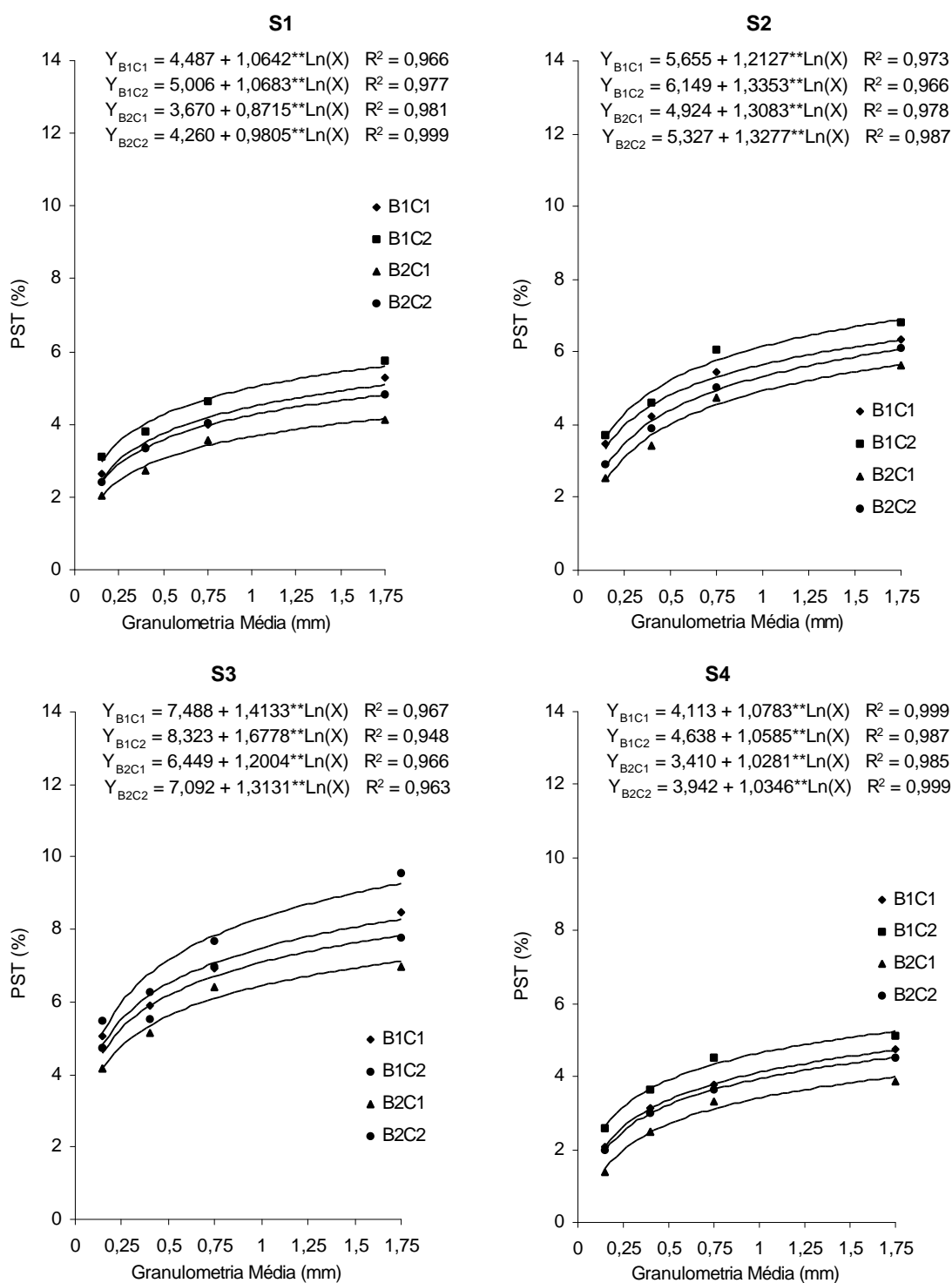


Figura 25 - Percentagem do sódio trocável na profundidade de 0-5 cm do solo, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), \bar{G} 1 (1,5 mm), \bar{G} 2 (0,75 mm), \bar{G} 3 (0,4 mm) e \bar{G} 4 (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

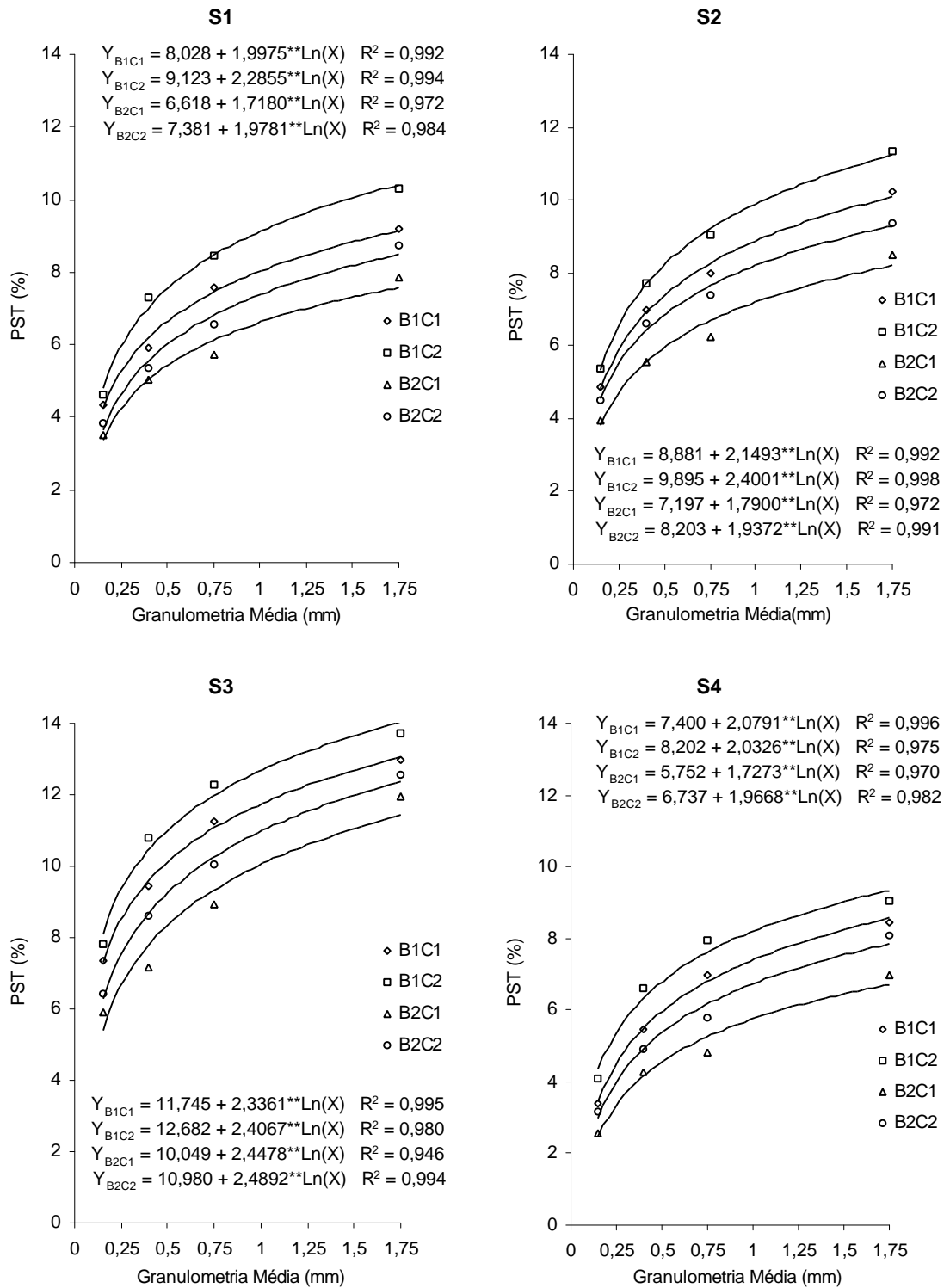


Figura 26 - Percentagem do sódio trocável na profundidade de 5-10 cm do solo, em relação a forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), $\bar{G} 1$ (1,5 mm), $\bar{G} 2$ (0,75 mm), $\bar{G} 3$ (0,4 mm) e $\bar{G} 4$ (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

Esses resultados comprovam que a quantidade de gesso determinada em laboratório pelo método de Schoonover modificado (Schoonover M-1) é adequada e que o método pode ser utilizado para correção dos solos salino-sódicos em estudo. A redução da PST, mesmo de um solo que apresenta uma PST > 80% (amostra S3), é explicada pela relação entre a PST do solo e a dissolução do gesso. Esta relação foi demonstrada por diversos pesquisadores, entre eles HIRA e SINGH (1980), que relataram que a concentração de sulfato na solução eluída de colunas de solo tratadas com gesso aumentou juntamente com a PST do solo, indicando maior solubilidade do gesso a valores alto de PST (PST = 94%).

A influência da PST sobre a dissolução do gesso provavelmente pode ser indireta, o que realmente pode estar controlando a taxa de dissolução do gesso é a presença de sais de sódio dissolvidos na solução do solo. A aplicação de gesso em solos salino-sódicos tende a elevar a solubilidade do gesso, e este aumento é proporcional à concentração de íons de Na^+ e Cl^- na solução do solo (RICHARDS, 1954; SANTOS, 1995).

Segundo BRESLER et al. (1982), a solubilidade do gesso aumenta de 30 mmol_e/L em água destilada para 108 mmol_e/L na água do mar. Os autores relataram que a solubilidade do carbonato de cálcio em água destilada é menor que 1 mmol_e/L a 25 °C e que esta solubilidade se aproxima de 15 a 30 mmol_e/L sob condições de alagamento em solos altamente salinos. De acordo com PIZARRO (1985), a solubilidade do carbonato de cálcio na presença de carbonato de magnésio é aumentada para 10 mmol_e/L em água destilada.

O pH do solo é influenciado pela composição e natureza dos cátions trocáveis, pela composição de sais solúveis e pela presença ou ausência de gesso ou carbonato de cálcio e magnésio. Avaliando o efeito da aplicação do gesso e de gesso + calcário sobre o pH dos solos na camada de 0-5 cm de profundidade (Quadros de 11 a 14; Figuras 27 e 28), observa-se diminuição em valores absolutos, para os tratamentos que receberam somente gesso. Esta redução se deve provavelmente à maior quantidade de sódio substituída no complexo de troca em relação aos tratamentos que receberam gesso + calcário. GUPTA e ABROL (1990) relataram que há uma relação direta entre a PST e o pH do solo. Os autores concluíram que depois da aplicação de gesso

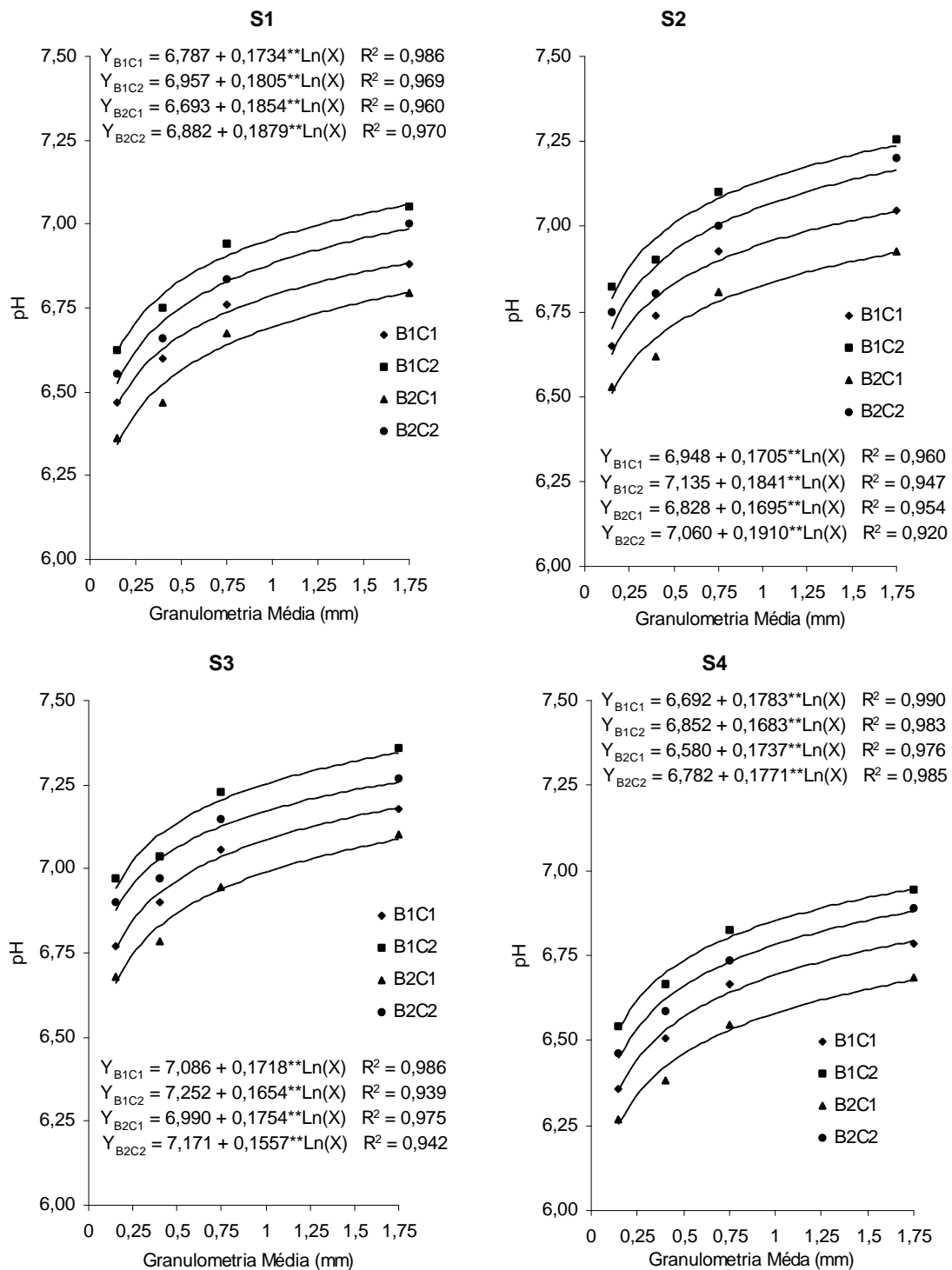


Figura 27 - pH na profundidade de 0-5 cm do solo, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), $\bar{G} 1$ (1,5 mm), $\bar{G} 2$ (0,75 mm), $\bar{G} 3$ (0,4 mm) e $\bar{G} 4$ (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

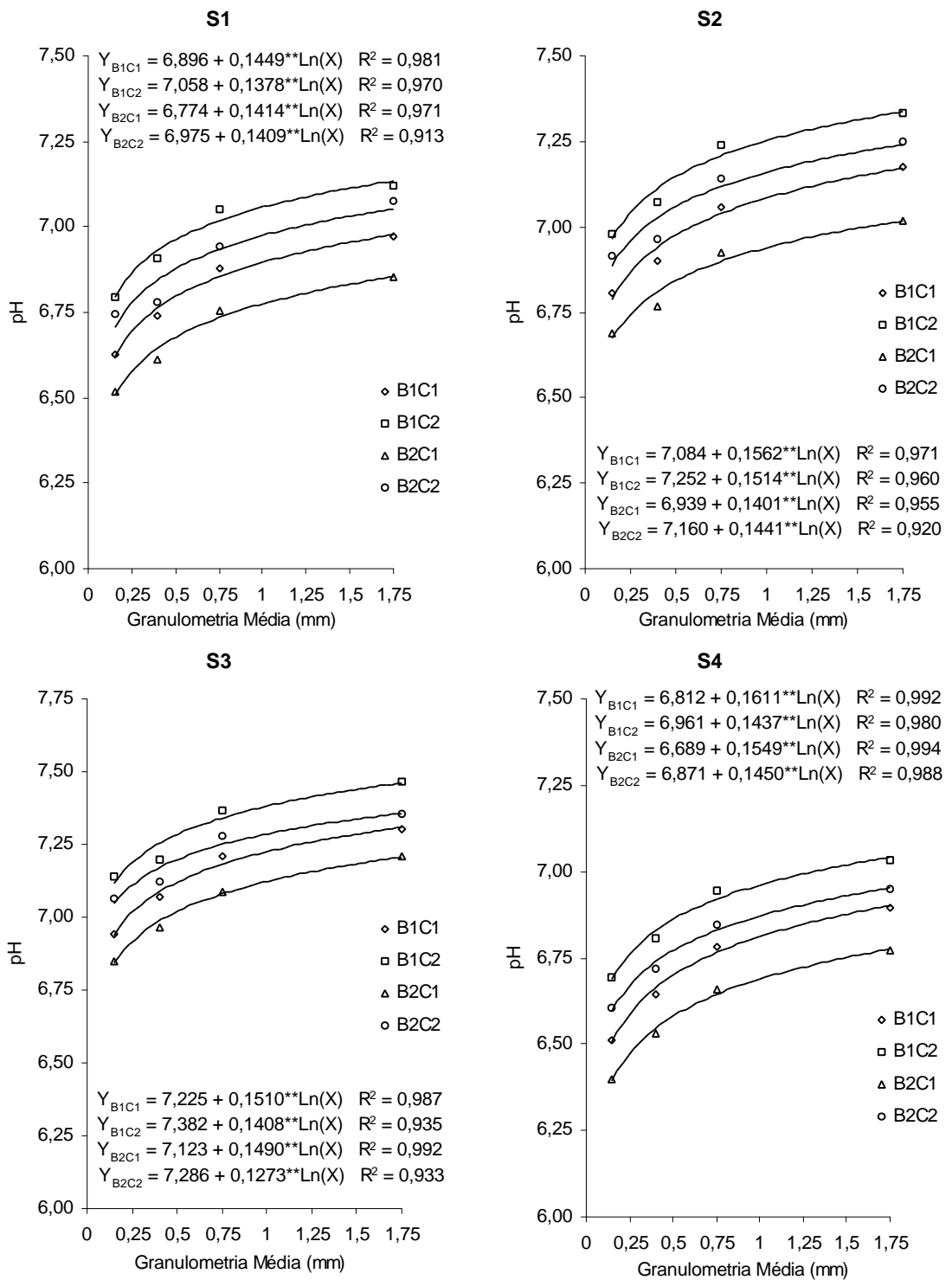


Figura 28 - pH na profundidade de 5-10 cm do solo, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), \bar{G} 1 (1,5 mm), \bar{G} 2 (0,75 mm), \bar{G} 3 (0,4 mm) e \bar{G} 4 (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

a concentração de sódio trocável é inferior àquela da condição inicial, ficando clara a diminuição do pH dos solos que receberam o corretivo em relação ao tratamento que não recebeu gesso (controle), fato também verificado por SUHAYDA et al. (1997), em experimento de campo. Depois da aplicação de gesso incorporado à profundidade de 15 cm, os autores constataram uma redução em valores absolutos de 1,6 no pH médio do solo. Reduções nos valores de pH depois da aplicação do gesso em solo salino-sódico também foram observadas por outros pesquisadores (CAVALCANTE e SILVEIRA, 1985; LIANG et al., 1995 ; QADIR et al., 1996 ; SILVEIRA, 2000).

O pH das amostras de solo nos tratamentos que receberam gesso e calcário (C2) sofreu um pequeno aumento em relação ao pH das amostras que receberam somente gesso (C1), sendo este maior quando a mistura dos corretivos foi aplicada em superfície. Pode ser observado também que este aumento foi mais pronunciado na profundidade de 5-10 cm. É possível que este incremento esteja relacionado com a diminuição do efeito tamponante dos sais e com o aumento da PST do solo desta camada em relação à camada 0-5 cm, comportamento também constatado por CAVALCANTE e SILVEIRA (1985) e que corroboram os resultados obtidos por SAMPAIO (1993), ao observarem valores de pH mais elevados na camada inferior das colunas de solos em relação aos valores de pH dos solos antes da aplicação de gesso.

O pequeno incremento observado no pH dos solos que receberam calcário pode ser também resultante da pequena quantidade de calcário utilizada, a qual não foi suficiente para evidenciar-se em um aumento pronunciável do pH. McKENZIE et al. (1995), testando a aplicação de gesso, calcário e da mistura gesso e calcário na recuperação de solos sódicos em campo, observaram que quando foram aplicadas 10 t/ha de gesso no solo com uma PST > 7,0 ocorreu aumento na produtividade da soja e da canola de 2,5 t/ha, entretanto a análise econômica revelou que a mistura gesso (5 t/ha) e calcário (2,4 t/ha) foi mais viável. No solo com PST ~ 6,0, o calcário sozinho (4,8 t/ha) foi a melhor opção, apesar do aumento de 0,7 unidade no pH da camada superficial do solo (0-15 cm).

4.6. Cátions solúveis e condutividade elétrica do extrato da pasta saturada dos solos

A aplicação dos corretivos e a lixiviação dos sais resultaram em uma grande variação nos valores de cálcio, magnésio, sódio e potássio solúveis e na condutividade elétrica do extrato de saturação em relação aos valores encontrados antes da aplicação dos tratamentos (Quadros de 17 a 20). A concentração de cálcio aumentou com o decréscimo na granulometria das partículas de gesso, provavelmente devido à maior solubilização do gesso, portanto houve maior concentração de cálcio em solução, quando foram utilizadas partículas de menor diâmetro. Enquanto que, os valores de sódio solúveis mostraram o oposto. Sendo os maiores valores registrados para os tratamentos de gesso de maior granulometria. Este comportamento foi observado tanto para a camada de 0-5 cm, como para a de 5-10 cm.

Para a camada de 0-5 cm de profundidade, observa-se que a RAS (Quadros de 17 a 20; e Figuras 29 e 30) atingiu níveis muito baixos, indicando que todas as amostras estudadas foram corrigidas em termos de sodicidade. Pode ser constatado também que tanto a RAS como a concentração de sódio aumentaram em profundidade, o que se deve, provavelmente, ao rápido decréscimo da concentração de cálcio em solução, em virtude das reações de trocas ocorridas na camada de 0-5 cm. Durante o processo de correção de solos salino-sódicos a solubilidade do gesso é aumentada pela redução dos coeficientes de atividade do cálcio e sulfato em solução. O aumento da força iônica da solução, com o tempo, tende a reduzir a intensidade das substituições do sódio pelo cálcio (OSTER e FRENKEL, 1980; OSTER, 1982; SUMNER, 1995).

Os valores para magnésio e potássio solúveis foram extremamente baixos, o que já era esperado, em virtude da lixiviação de sais. Mesmo sendo pequenas, podem ter havido contribuições do gesso e do calcário com relação às quantidades de magnésio encontradas, uma vez que suas composições apresentavam magnésio. A própria constituição mineralógica das amostras de solos pode também ser responsável pela presença deste íon em solução. BAR ON e SHAINBERG (1970) relataram que as esmectitas sódicas, quando submetidas à lixiviação, podem liberar magnésio para a solução.

Quadro 17 - Composição do extrato de saturação do solo para amostra S1

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	Cátions Solúveis								#CE		##RAS	
			Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺		K ⁺		0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			mmol/L								dS/m			
			0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
Sup. *B1	°C1	G1	8,20	3,01	0,28	0,66	4,70	6,38	0,13	0,08	1,36	0,99	2,29	4,72
		G2	9,25	4,21	0,28	0,67	4,08	5,53	0,14	0,09	1,44	1,05	1,87	3,54
		G3	11,18	6,26	0,27	0,68	3,57	5,16	0,13	0,08	1,58	1,26	1,50	2,77
		G4	12,63	8,90	0,28	0,69	3,01	4,37	0,14	0,09	1,66	1,45	1,19	2,00
	°°C2	G1	7,02	2,06	0,28	0,67	5,00	6,73	0,14	0,08	1,23	0,88	2,63	5,85
		G2	8,00	3,53	0,29	0,69	4,19	5,95	0,15	0,08	1,28	0,99	2,07	4,10
		G3	10,37	5,22	0,28	0,67	3,91	5,57	0,14	0,08	1,46	1,17	1,70	3,24
		G4	11,95	7,87	0,27	0,68	3,33	4,80	0,14	0,08	1,55	1,32	1,35	2,32
Inc. **B2	°C1	G1	9,97	4,69	0,27	0,68	4,02	5,86	0,15	0,08	1,51	1,10	1,78	3,58
		G2	11,32	5,92	0,27	0,70	3,44	5,03	0,14	0,08	1,58	1,15	1,43	2,77
		G3	13,01	7,67	0,29	0,69	3,07	4,67	0,14	0,09	1,77	1,33	1,19	2,28
		G4	14,48	10,21	0,28	0,68	2,50	3,77	0,13	0,10	1,85	1,56	0,92	1,62
	°°C2	G1	8,85	3,70	0,29	0,69	4,50	6,26	0,13	0,08	1,42	1,04	2,11	4,24
		G2	10,03	4,60	0,26	0,69	3,87	5,42	0,13	0,08	1,47	1,09	1,71	3,35
		G3	11,87	6,80	0,27	0,68	3,49	5,06	0,15	0,08	1,65	1,27	1,42	2,62
		G4	13,33	9,30	0,27	0,68	2,93	4,23	0,13	0,08	1,76	1,42	1,12	1,89

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °°C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm); #CE = condutividade elétrica; e ##RAS = relação de adsorção sódio.

Quadro 18 - Composição do extrato de saturação do solo para amostra S2

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	Cátions Solúveis								#CE		##RAS	
			Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺		K ⁺		0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			mmol/L								dS/m			
			0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
Sup. *B1	°C1	G1	12,12	3,63	0,52	0,96	6,22	8,60	0,22	0,16	1,80	1,35	2,48	5,70
		G2	15,88	5,24	0,51	0,96	5,40	7,74	0,21	0,15	2,10	1,52	1,89	4,40
		G3	17,95	8,30	0,52	0,96	4,85	6,92	0,20	0,14	2,25	1,66	1,60	3,22
		G4	19,87	9,99	0,51	0,96	4,12	5,96	0,21	0,15	2,36	1,75	1,29	2,55
	°°C2	G1	11,24	2,55	0,52	0,95	6,52	8,99	0,22	0,17	1,72	1,25	2,70	6,83
		G2	14,81	4,09	0,51	0,96	5,82	8,12	0,21	0,16	1,96	1,39	2,10	5,14
		G3	16,83	7,19	0,51	0,96	5,13	7,35	0,20	0,15	2,15	1,60	1,74	3,65
		G4	18,76	8,81	0,50	0,98	4,39	6,30	0,20	0,16	2,27	1,68	1,42	2,85
Inc. **B2	°C1	G1	14,42	5,98	0,53	0,95	5,58	7,83	0,24	0,16	2,04	1,48	2,04	4,21
		G2	17,18	7,90	0,54	0,97	5,05	7,02	0,20	0,16	2,27	1,64	1,70	3,33
		G3	19,54	11,02	0,52	0,96	4,25	6,44	0,20	0,17	2,44	1,85	1,34	2,63
		G4	21,45	12,55	0,51	0,98	3,62	5,20	0,21	0,16	2,53	1,94	1,09	2,00
	°°C2	G1	13,08	4,88	0,52	0,96	5,94	8,45	0,22	0,16	1,90	1,41	2,28	4,97
		G2	16,47	6,91	0,53	0,97	5,35	7,43	0,20	0,15	2,19	1,56	1,84	3,74
		G3	18,52	9,74	0,52	0,98	4,62	6,68	0,21	0,17	2,33	1,72	1,50	2,89
		G4	20,68	11,32	0,52	0,97	3,98	5,65	0,22	0,16	2,45	1,80	1,22	2,28

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °°C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm); #CE = condutividade elétrica; e ##RAS = relação de adsorção sódio.

Quadro 19 - Composição do extrato de saturação do solo para amostra S3

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	Cátions Solúveis								#CE		##RAS	
			Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺		K ⁺		0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			----- mmol/L -----								----- dS/m -----			
Sup. *B1	°C1	G1	19,94	10,34	0,18	0,31	11,18	17,12	0,05	0,06	3,02	2,75	3,53	7,42
		G2	21,92	13,17	0,18	0,33	9,80	15,16	0,07	0,05	3,12	2,83	2,95	5,84
		G3	24,17	15,87	0,17	0,34	8,02	12,67	0,08	0,05	3,25	2,93	2,30	4,45
		G4	26,74	19,03	0,17	0,35	6,23	10,08	0,08	0,06	3,36	3,01	1,70	3,24
	°C2	G1	18,77	9,15	0,18	0,35	11,62	17,54	0,07	0,06	2,95	2,66	3,78	8,05
		G2	20,80	12,01	0,16	0,31	9,94	15,82	0,07	0,06	3,01	2,76	3,07	6,38
		G3	23,01	14,97	0,17	0,32	8,21	12,99	0,08	0,06	3,14	2,85	2,41	4,70
		G4	25,44	17,92	0,18	0,33	6,57	10,51	0,09	0,07	3,24	2,93	1,84	3,48
Inc. **B2	°C1	G1	22,00	12,87	0,18	0,34	10,53	16,41	0,09	0,07	3,20	2,90	3,16	6,39
		G2	23,88	15,70	0,18	0,33	9,38	14,43	0,07	0,06	3,26	2,99	2,70	5,10
		G3	26,36	18,27	0,18	0,33	7,11	12,04	0,08	0,07	3,41	3,09	1,95	3,95
		G4	28,46	21,78	0,20	0,33	5,88	9,25	0,09	0,05	3,49	3,17	1,55	2,78
	°C2	G1	20,74	12,03	0,17	0,32	10,86	16,92	0,08	0,07	3,07	2,80	3,36	6,81
		G2	22,77	14,93	0,17	0,33	9,66	14,87	0,09	0,07	3,17	2,91	2,85	5,39
		G3	25,25	17,40	0,17	0,32	7,60	12,58	0,08	0,06	3,30	3,00	2,13	4,23
		G4	27,36	20,93	0,18	0,33	6,03	9,74	0,07	0,07	3,42	3,10	1,63	2,99

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm); #CE = condutividade elétrica; e ##RAS = relação de adsorção sódico.

Quadro 20 - Composição do extrato de saturação do solo, para amostra S4

Forma de Aplicação	Mistura	°°G	Cátions Solúveis								#CE		##RAS	
			Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺		K ⁺		0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
			----- mmol/L -----								----- dS/m -----			
Sup. *B1	°C1	G1	6,91	2,78	0,24	0,47	3,99	5,54	0,11	0,04	1,20	0,80	2,13	4,39
		G2	9,00	4,05	0,24	0,47	3,66	4,74	0,11	0,05	1,33	0,85	1,70	3,17
		G3	10,95	5,28	0,24	0,49	3,33	3,96	0,12	0,06	1,49	0,96	1,41	2,35
		G4	12,41	6,65	0,23	0,48	2,36	2,84	0,11	0,07	1,54	1,04	0,94	1,50
	°C2	G1	5,72	1,95	0,22	0,44	4,37	6,10	0,11	0,06	1,07	0,72	2,55	5,62
		G2	7,85	3,09	0,23	0,48	3,97	5,17	0,10	0,06	1,23	0,77	1,98	3,88
		G3	9,91	4,35	0,23	0,48	3,68	4,40	0,11	0,06	1,40	0,89	1,64	2,83
		G4	11,36	5,67	0,24	0,47	2,70	3,29	0,09	0,05	1,42	0,96	1,12	1,88
Inc. **B2	°C1	G1	9,08	4,15	0,23	0,49	3,62	5,00	0,10	0,06	1,37	0,98	1,69	3,29
		G2	10,88	5,24	0,26	0,50	2,92	4,15	0,11	0,07	1,46	1,01	1,24	2,46
		G3	12,48	6,66	0,26	0,48	2,58	3,64	0,11	0,06	1,62	1,11	1,02	1,93
		G4	14,02	8,14	0,26	0,49	2,05	2,62	0,10	0,07	1,73	1,20	0,77	1,26
	°C2	G1	7,67	3,36	0,24	0,47	3,93	5,52	0,11	0,06	1,27	0,85	1,98	4,02
		G2	9,74	4,41	0,24	0,47	3,18	4,72	0,11	0,06	1,38	0,93	1,42	3,04
		G3	11,71	5,84	0,25	0,49	2,85	3,98	0,09	0,07	1,53	1,02	1,17	2,24
		G4	13,41	7,23	0,25	0,47	2,25	2,90	0,10	0,06	1,58	1,10	0,86	1,48

*B1 aplicado na superfície do solo; **B2 incorporado nos primeiros 5 cm do solo; °C1 = 100% de gesso + 0% de calcário; °C2 = 80% de gesso + 20% de calcário; °°G = granulometria do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm); #CE = condutividade elétrica; e ##RAS = relação de adsorção sódico.

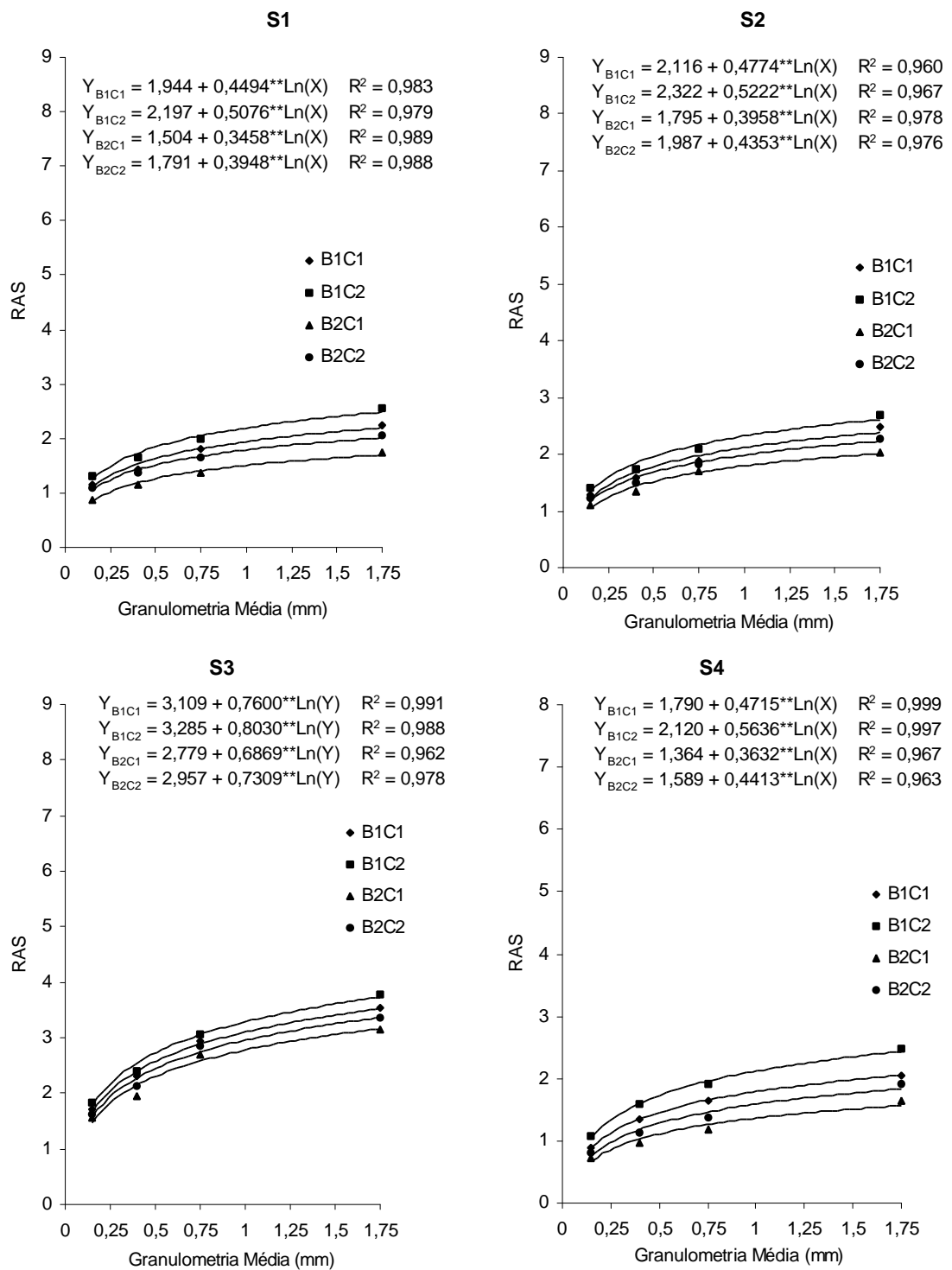


Figura 29 - Relação de adsorção de sódio (RAS) do extrato de saturação na profundidade de 0-5 cm do solo, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), $\bar{G} 1$ (1,5 mm), $\bar{G} 2$ (0,75 mm), $\bar{G} 3$ (0,4 mm) e $\bar{G} 4$ (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

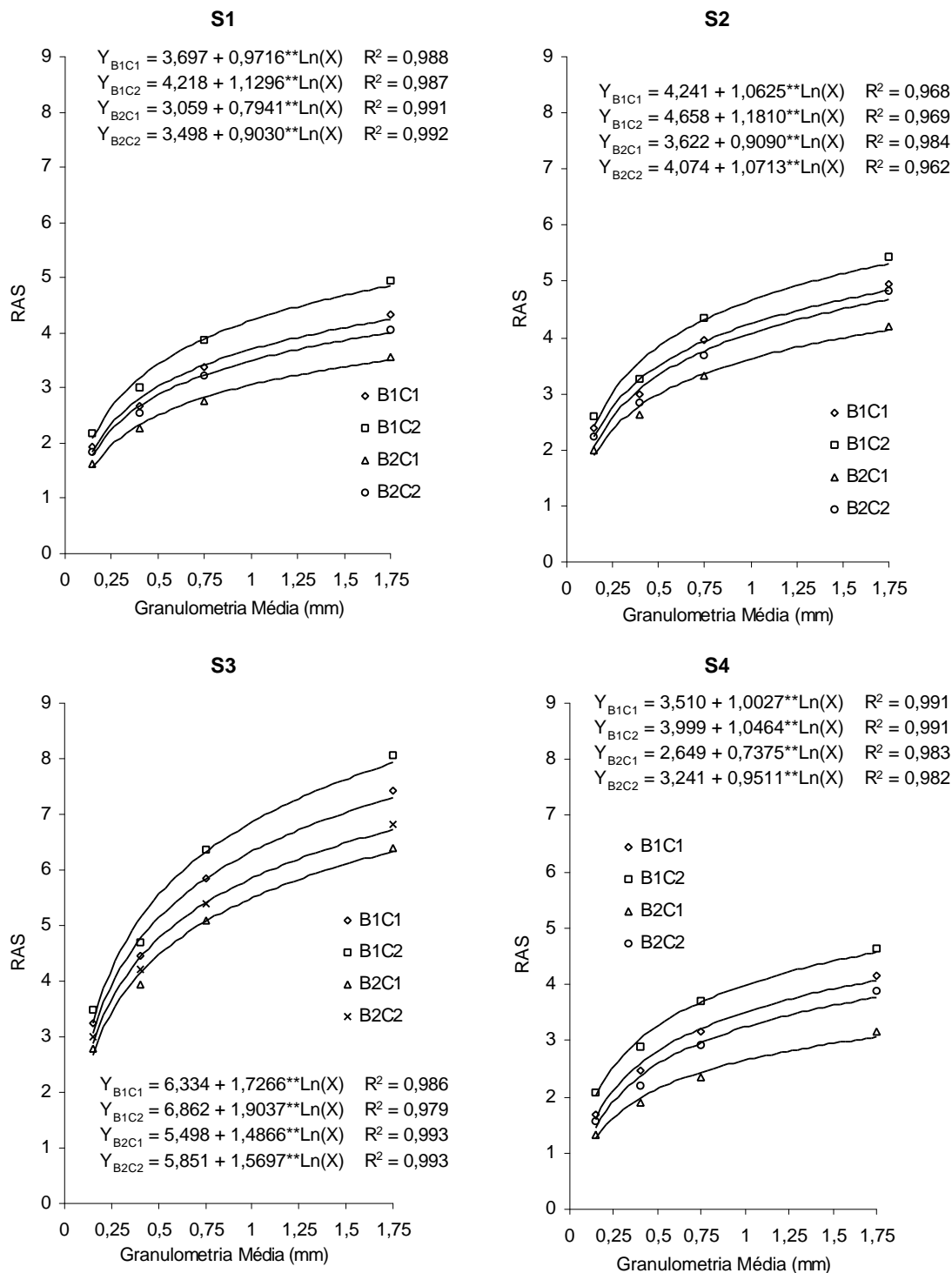


Figura 30 - Relação de adsorção de sódio (RAS) do extrato de saturação na profundidade de 5-10 cm do solo, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), $\bar{G} 1$ (1,5 mm), $\bar{G} 2$ (0,75 mm), $\bar{G} 3$ (0,4 mm) e $\bar{G} 4$ (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

A presença de potássio é concebível por causa da identificação de mica na mineralogia das amostras de solos. Em estudos para avaliar as limitações e interações de íons para nutrição de plantas em solos sódicos, NAIDU e RENGASAMY (1995) demonstraram que um constante suprimento de potássio é assegurado na solução do solo, por causa da predominância de mica na composição mineralógica dos solos estudados.

As aplicações de gesso e da combinação de gesso + calcário contribuíram para diminuição da sodicidade dos solos, tanto para a profundidade 0-5 cm como de 5-10 cm. As modificações verificadas na concentração de sais, expressa pela CE do extrato de saturação após a aplicação dos corretivos (Quadros de 17 a 20; Figuras 31 e 32), comprovam a eficiência dos tratamentos utilizados na remoção dos sais solúveis e do sódio trocável do solo, sendo justificada pela flocculação das argilas decorrente da substituição do sódio adsorvido no complexo de troca pelo cálcio. Tal fato faz aumentar a permeabilidade e, conseqüentemente, a condutividade hidráulica dos solos, resultando em rápida infiltração e redistribuição da água no solo, favorecendo assim a lixiviação dos sais. Segundo GHEYI et al. (1995), o gesso interfere na salinidade do solo, aumentando-a, inicialmente, pela liberação de eletrólitos, e diminuindo-a, no decorrer do tempo, por melhorias na permeabilidade que favorecem a lixiviação dos sais.

Os dados obtidos neste estudo estão de acordo com os observados por SUHAYDA et al. (1997), em experimento de campo depois da aplicação de gesso incorporado à profundidade de 15 cm. Os autores observaram significativo efeito em todas as propriedades do solo em relação ao tratamento-controle; os níveis de cloreto e de sódio solúveis e da condutividade elétrica decresceram em 90, 43 e 32%, respectivamente. Resultados similares sobre o efeito da aplicação de gesso no decréscimo da salinidade do solo foram também relatados por RAHMAN et al. (1996). Os autores observaram que a aplicação de gesso em solo salino-sódico aumentou a condutividade hidráulica do solo, favorecendo a lixiviação dos sais, o que resultou em redução na condutividade elétrica para valores < 4 dS/m, tanto para camada de 0-30 cm como para camada de 30-60 cm de profundidade das colunas de solo.

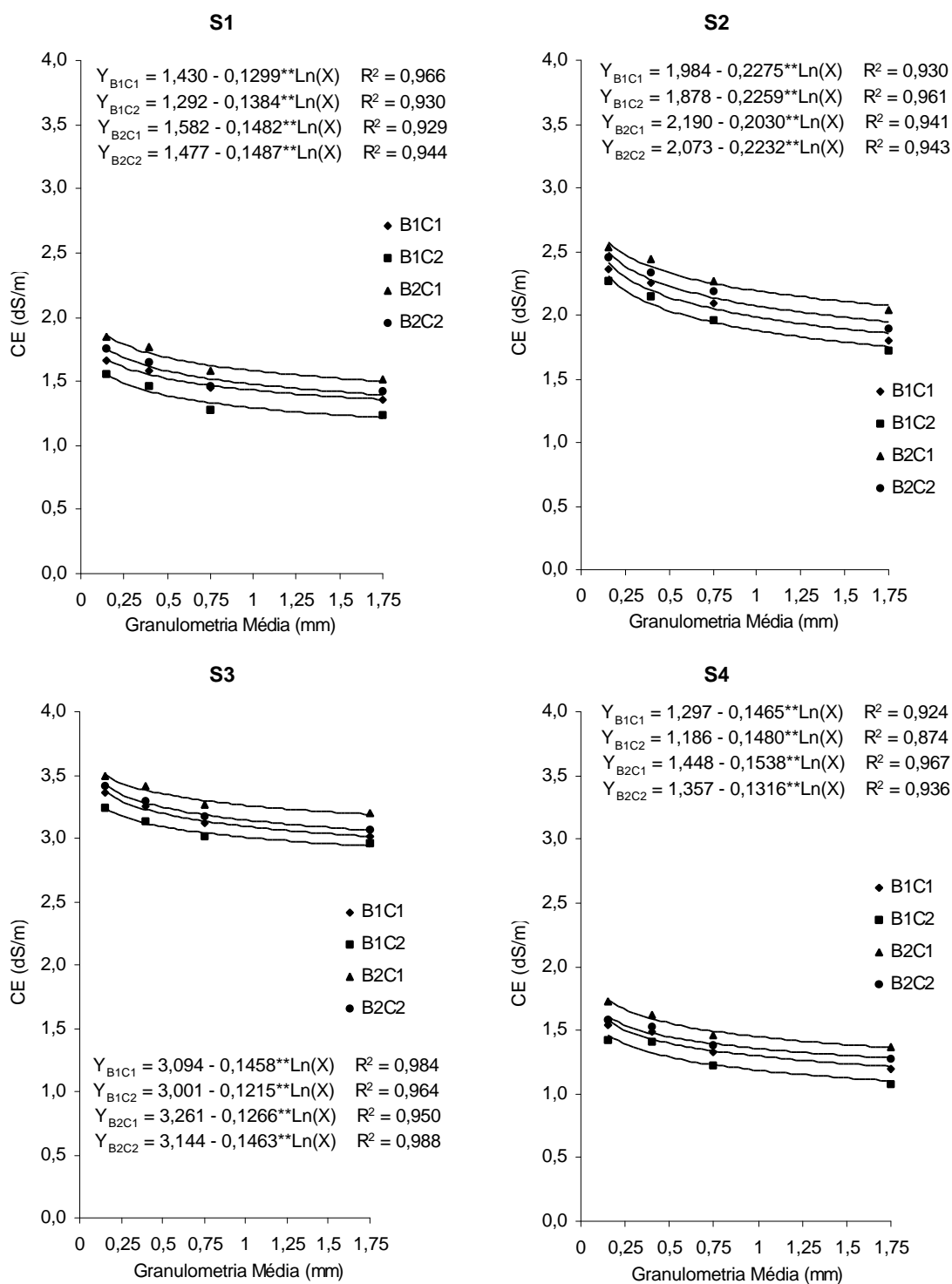


Figura 31 - Condutividade elétrica (CE) do extrato de saturação na profundidade de 0-5 cm do solo, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), \bar{G} 1 (1,5 mm), \bar{G} 2 (0,75 mm), \bar{G} 3 (0,4 mm) e \bar{G} 4 (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

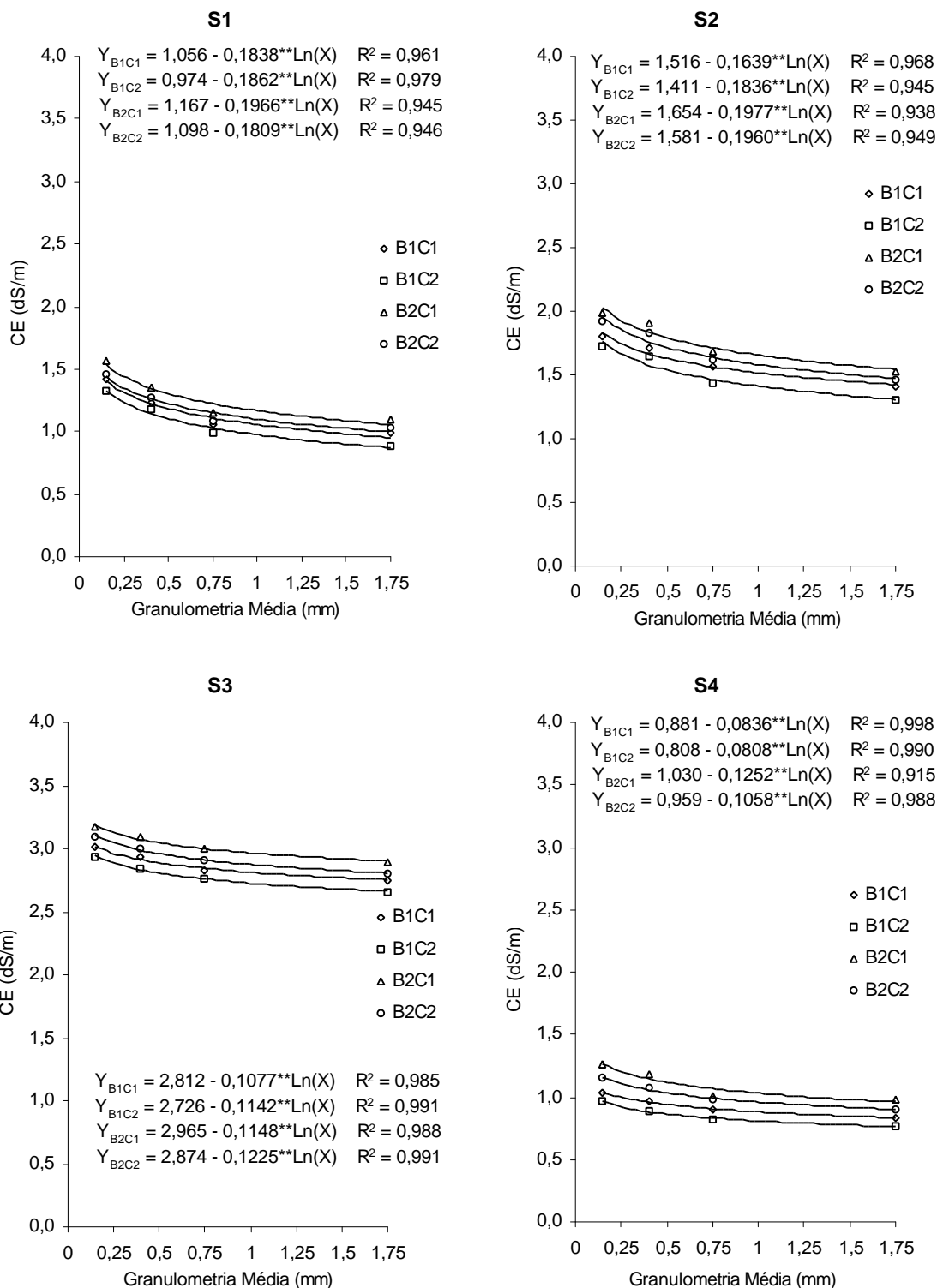


Figura 32 - Condutividade elétrica (CE) do extrato de saturação na profundidade de 5-10 cm do solo, em relação à forma da aplicação dos corretivos na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função da granulometria média do gesso (\bar{G}), \bar{G} 1 (1,5 mm), \bar{G} 2 (0,75 mm), \bar{G} 3 (0,4 mm) e \bar{G} 4 (0,15 mm), para os solos S1, S2, S3 e S4.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

A quantidade de gesso determinada em laboratório pelo método de Shoonover modificado (Shoonover M-1) é adequada ao deslocamento do sódio trocável do complexo de troca.

A aplicação de gesso e da mistura de gesso + calcário revelou ser uma técnica eficaz de correção da sodicidade dos solos em estudo, indicada por um efeito positivo sobre as características físicas e químicas dos solos, podendo ser recomendada como fontes de cálcio para à recuperação de solos salino-sódicos.

A eficiência do gesso e da mistura gesso + calcário na recuperação dos solos mostra-se superior quando os corretivos são incorporados nos primeiros 5 cm das colunas de solos.

O gesso quando aplicado nas granulometrias mais finas, G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm), mostrou melhor desempenho na substituição do sódio trocável e na conseqüente redução da RAS do extrato de saturação do solo.

BIBLIOGRAFIA

- ABROL, I. P.; DAHIYA, I. S.; BHUMABLA, D. R. On the method of determining gypsum requirement of soils. **Soil Sci.**, v.120: 30-6, 1975.
- AGASSI, M; SHAINBERG, I.; MORIN, J. Slope, aspect and phoshogypsum effects on run off and erosion. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.54: 1102-1106, 1990.
- AHAMAD, E.; JONES, R. L.; HINESLY, T. D. Electromelioration of a sodic horizon from an Illinois natraqualf. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.61: 1761-1765, 1997.
- ALCORDO, I. S.; RECHCIGL, J. E. Phosphogypsum in agriculture. A Review. **Adv. Agron.**, v.118: 49-55, 1993.
- AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R.; SILVA JÚNIOR, L. G. A.; LIBERAL, G. da S. Efeitos de sais no solo provenientes de rejeitos da dessalinização por osmose inversa no semi-árido pernambucano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997, Campina Grande, PB. **Resumos...** Campina Grande, UFPB, 1997. (CD).
- AMORIM, V.B.; AZEVEDO, C. A. V.; BATISTA, M. J.; CALDAS JÚNIOR, W.; DANTAS NETO, J. Avaliação do desempenho de sistemas de drenagem subterrânea do perímetro irrigado de Bebedouro – Petrolina, PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997, Campina Grande, PB. **Resumos...** Campina Grande, UFPB, 1997. (CD).
- ANDRADE, M. C. **Sertão sul**. Recife, SUDENE/UFPE, 1984. 675p.
- ARORA, H. S.; COLEMAN, N. T. The influence of electrolyte concentration on flocculation of clay suspensions. **Soil Sci.**, v.127: 134-9, 1979.

- BAR ON, P.; SHAINBERG, I. Hydrolysis and decomposition of Na-montmorillonite in distilled water. **Soil Sci.**, v.109: 241-246, 1970.
- BARROS, M. F. C. **Avaliação da necessidade de gesso em solos salino-sódicos de Pernambuco**. Recife, UFRPE, 1986. 82p. (Dissertação de Mestrado).
- BARROS, M. F. C.; MAGALHÃES, A. F. Avaliações de métodos de determinação da necessidade de gesso em solos salino-sódicos. **R. Bras. Ci. Solo**, v.13: 119-123, 1989.
- BARROS, M. F. C.; MAGALHÃES, A. F. Eficiência do gesso na eliminação do sódio trocável em solos salino-sódicos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 18, 1988, Guarapari, ES. **Resumo...** Vitória, SBCS, 1988. p.89.
- BARROS, M. F. C.; MAGALHÃES, A. F. Recuperação de solos salino-sódicos II. Eficiência do gesso aplicado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995 Viçosa, MG. **Resumo...** Viçosa, SBCS, 1995. p.2263-65.
- BLACKWELL, P. S.; JAYAWARDANE, N. S.; GREEN, I. W.; WOOD, J. T.; BLACKWELL, J.; BEATTY, H. J. Subsoil macropore space of a transitional red-brown earth after either deep tillage, gypsum or both. I. Physical effects and short-term changes. **Aust. J. Soil Res.**, v.29: 123-140, 1991.
- BOYOUCOS, G. Y. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. **Agron. J.**, v.54: 464-5, 1962.
- BRESLER, E.; McNEAL, B. L.; CARTER, D. L. **Saline and Sodic Soils: Principles-Dynamics-Modeling**. New York, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1982. 236p.
- CAVALCANTE, L. F.; SILVEIRA, R. I. Modo de aplicação e doses de fosfogesso sobre a condutividade hidráulica, pH e lixiviação de sódio de um solo salino-sódico da Paraíba. **Anais da ESALQ**, v.42: 1-14, 1985.
- CHAUHAN, R. P. S.; CHAUHAN, C. P. S. A modification to Schoonover's method of gypsum requirement determination of soil. **Aust. J. Soil Res.**, v.17: 367-70, 1979.
- CHAVES, L. H. G.; ROLIM, H. D. O efeito da aplicação do sulfato de alumínio e sulfato de cálcio, sobre a permeabilidade de um solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro, RJ, 1997, **Resumos...** Rio de Janeiro, SBCS, 1997. (CD)
- CHAWLA, K. L.; ABROL, I. P. Effect of gypsum fineness and method of incorporation on reclamation of sodic soils. **J. Indian Soc. Soil Sci.**, v.30: 348-352, 1982a.

- CHAWLA, K. L.; ABROL, I. P. Effect of gypsum fineness on the reclamation of sodic soils. **Agric. Water Management**, v.5: 41-50, 1982b.
- CHEN, PEI-YUAN **Table of Key Lines in X-rays powder diffraction patterns of minerals in clays and associated rocks**. Bloomington/Indiana-USA: Printed by Authority of State of Indiana, 1977, 67p.
- COELHO, M. A.; FERREYRA, H. F. F. Characterization of salt affected soil in the semi-arid region of Northeastern Brazil. **Turrialba**, v.36: 171-178, 1986.
- CORDEIRO, G. G.; BARRETO, A. N.; CARVAJAL, A. C. N. **Levantamento das condições de salinidade e sodicidade do Projeto de Irrigação de São Gonçalo (2ª parte)**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 57p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 54).
- CORRÊA, M. M. **Atributos físicos, químicos, mineralógicos e micromorfológicos de solos e ambiente agrícola nas Vázeas de Souza – PB**. Viçosa, UFV, 2000. 107p. (Dissertação de Mestrado).
- DE JONG, E. Reclamation of solis contaminated by sodium chlorid. **Can. J. Soil Sci.**, 62: 351-364, 1982.
- DNOCS. Estudo hidrográfico para regularização do rio Moxotó. **Boletim, série: planejamento, estudo e projetos**. v.24(3/4): 421-466, 1966.
- DNOCS. **Projeto de irrigação do vale do rio Moxotó**. Vol. 1 e 2. Recife, 3ª Diretoria Regional, 1972.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. SNLCS. **Manual de Métodos de análises de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 1997. 211p.
- FERREIRA, P. A. **Qualidade de água e manejo água-plantas em solos salinos**. In: ABEAS, Viçosa, MG, 1997. Brasília, ABEAS, 1997. 141p. (ABEAS. Curso de engenharia e manejo de irrigação. Módulo, 10).
- FONSÊCA, A. M. M. **Avaliação da dispersibilidade de argila em neossolo flúvico, em função da qualidade de água e relação solo: água**. Recife, UFRPE, 2000. 73p. (Dissertação de Mestrado).
- FREITAS, B. J. A disposição do fosfogesso e seus impactos ambientais. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 2, 1992, Uberaba, MG. **Anais...**, Uberaba, IBRAFOS, 1992. p.325-339.
- FREITAS, J. A. D.; COELHO, M. A.; FERREYRA, H. F. F. Efeito de corretivos químicos e materiais orgânicos no movimento da água e estrutura de solo salino-sódico. **R. Bras. Ci. Solo**, v.8: 261-264, 1984.

- GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C.; BATISTA, M. A. F.; SANTOS, J. G. R. Comparação de métodos na recuperação de solo salino-sódicos. **R. Bras. Ci. Solo**, v.19: 173-178, 1995.
- GOBRAN, G. R.; DUFEY, J. E.; LAUDELOUT, H. The use of gypsum for preventing soil sodification: effect of gypsum particle size and location in the profile. **J. Soil Sci.**, v.33: 309-316, 1982.
- GOBRAN, G. R.; MIYANOTO, S. Dissolution rate of gypsum in aqueous salt solutions. **Soil Sci.**, v.140: 89-93, 1985.
- GOES, E. S. Os problemas da salinidade e drenagem em projetos de irrigação do Nordeste e a ação da Pesquisa em vista ao seu equacionamento. In: REUNIÃO SOBRE SALINIDADE EM ÁREAS IRRIGADAS, 1, 1978, Fortaleza, CE. **Anais...**, Fortaleza, SUDENE/DNOCS, 1978. p.4-24.
- GUPTA, R. K.; ABROL, I. P. Salt – affected soils: Their reclamation and management for crop production. **Adv. Soil Sci.**, v.11: 23-288, 1990.
- HIRA, G. S.; SINGH, N. T. Irrigation water requirement for dissolution of gypsum in sodic soil. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.44: 930-933, 1980.
- HOLANDA, J. S.; VITTI, G. C.; SALVIANO, A. A. C.; *et al.* Alterações nas propriedades químicas de um solo aluvial salino-sódico decorrentes da subsolagem e do uso de condicionadores. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas v. 22, n. 14 p.387-394, 1998.
- JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis, advanced course**: 2nd ed., publ. by the author, Dept. Soil Sci., Univ. of Wisconsin, madison, 1979.
- JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife, M.A./DNPEA-SUDENE. **Boletim técnico 26, série pedologia 14**. 1973. v. 1. 359p.
- JOHNSON, W. M.; CADY, J.G.; JAMES, M. S. Characteristics of some brown grumu-sols of Arizona. **Soil Sci. Am. Proc.**, v. 27, p. 389-393, 1962.
- KEREN, R.; O'CONNOR, G. A. Gypsum dissolution and sodic soil reclamation as affected by water flow velocity. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.46: 726-732, 1982.
- LIANG, J.; KARAMANOS, R. E.; MOIR, M. E. The influence of brine contamination and phosphogypsum amendments on soil chemical properties and plant response. **Soil Sci. Plant Anal.**, v.26: 1033-1057, 1995.
- LOVEDAY, J. Relative significance of electrolyte and cation exchange effects when gypsum is applied to a sodic clay soil. **J. Soil Res.**, v.14: 361-371, 1976.

- MAGALHÃES, A. F. **Solos salinos**. Recife, UFRPE, 1983 (Anotações de aulas, curso de pós-graduação em Agronomia).
- MAGALHÃES, A. F. **Métodos de análise químicas para solos salinos e sódicos**. Recife, Departamento de Agronomia, UFRPE, 1987. 30p.
- MAGALHÃES, A. F. **Efetividade Agronômica do uso de gesso na recuperação dos solos sódicos e salino-sódicos**. Recife, UFRPE-CNPq, 1989. 90 p. (Relatório Final).
- MAGALHÃES, A. F. Manejo da fertilidade dos solos irrigados: produtividade, degradação e correção. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21, 1995, Petrolina, PE. **Anais...** Petrolina, SBCS, 1995. p. 77-86.
- MALAVOLTA, E. O gesso agrícola no ambiente e na nutrição da planta – Perguntas e respostas. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 2, 1992, Uberaba, MG. **Anais...**, Uberaba, IBRAFOS, 1992. p. 41-66.
- MARQUES, F. A.; FERREIRA, M. G. V. X.; OLIVEIRA, L. B. Mineralogia de solos salinos/sódicos do perímetro irrigado de Custódia–Pernambuco. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRPE, 9, 1999, Recife, PE. **Anais...**, Recife, UFRPE, 1999. p.66.
- McINTYRE, D. S.; LOVEDAY, J.; WATSON, C. L. Field studies of water and salt movement in an irrigated swelling clay soil. III. Salt movement during ponding. **Aust. J. Soil Res.**, v.20: 101-105, 1982.
- McKENZIE, D. C.; ABBOTT, T. S.; CHAN, K. Y.; SLAVICH, P. G.; HALL, D. J. M. The nature, distribution and management of sodic soils in New South Wales. In: NAIDU, R.; SUMNER, M. E.; RENGASAMY, P. **Australian sodic soils: distribution, properties and management**. Victory, CSIRO, 1995. p. 246-264.
- MELO, V. F.; NOVAS, R. F.; FONTES, M. P. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. Potássio e magnésio em minerais das frações areia e silte de diferentes solos. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 24: 269-284, 2000.
- MINHAS, P. S.; SHARMA, D. R. Hydraulic conductivity and clay dispersion as affected by application sequence of saline and simulated rain water. **Irrigation Sci.**, v.7: 158-167, 1986.
- MUSTAFA, M. A.; ABDEL-MAGID, E. A. The effects of irrigation interval, urea-N and gypsum on salt redistribution in a highly saline-sodic montmorillonitic clay soil under forage sorghum. **Soil Sci.**, v.132: 308-15, 1981.

- NAIDU, R.; MERRY, R. H.; CHURCHMAN, G. J.; WRIGHT, M. J.; MURRAY, R. S. Sodicity in south Australia: a review. In: NAIDU, R.; SUMNER, M. E.; RENGASAMY, P. **Australian sodic soils: distribution, properties and management**. Victory, CSRIO, 1995. p. 265-275.
- NAIDU, R.; RENGASAMY, P. Fertility constraints to plant production in sodic soils. In: NAIDU, R.; SUMNER, M. E.; RENGASAMY, P. **Australian sodic soils: distribution, properties and management**. Victory, CSRIO, 1995. p. 127-137.
- NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M. Avaliação da eficiência agrônômica de frações granulométricas de um calcário dolomítico. **R. Bras. Ci. Solo**, v.18: 55-62, 1994.
- NOGUEIRA, R.J.M.C. **Efeito do déficit hídrico no comportamento fisiológico de quatro cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum sp*) adubadas ou não com N-Mineral**. Recife, UFRPE, 1987. 156p. (Dissertação de Mestrado).
- OLIVEIRA, C. V. **Atributos químicos, mineralógicos e micromorfológicos, gênese e uso de solos do Projeto Jaíba, norte de Minas Gerais**. Viçosa, UFV, 1999. 161p. (Tese de Doutorado).
- OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal, FUNEP, 1992. 201 p.
- OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, Campina Grande, PB, 1997, **Anais...** Campina Grande, UFPB, 1997. p.1-36.
- OLIVEIRA, M. **Os solos e o ambiente agrícola no Sistema Piranha-Açu, RN**. Viçosa, UFV, 1988, 312p. (Tese de Doutorado)
- OSTER, J. D. Gypsum usage in irrigated agriculture a review. **Fertilizer Res.**, v.3: 73-89, 1982.
- OSTER, J. D.; FRENKEL, H. The chemistry of the reclamation of sodic soils with gypsum and lime. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v.44: 41-15, 1980.
- OSTER, J. D.; SHAINBERG, I. Exchangeable cation hydrolysis and weathering as affected by exchangeable sodium. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v.43: 70-75, 1979.
- PALKHIWALA, A. B. & SHAH, R. K. Infiltration rate of calcareous and gypsiferous saline-alkali soils. **Indian J. Agric. Res.**, v.8: 108-112, 1974.
- PALKHIWALA, A. B. & SHAH, R. K. Possibilities of reclamation of saline and alkali soils of arid salines of Saurashtra. **Indian J. Agric. Res.**, v.9: 77-82, 1975.

- PEREIRA, J. R.; VALDIVIESO, C. R.; CORDEIRO, G. G. Recuperação de solos afetados por sódio através do uso de gesso. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1, 1985, Brasília, DF. **Anais...**, Brasília, IBRAFOS, 1986, p.85-105.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. 2ª ed. Madrid, Editorial Agricola Española, 1985. 521p.
- QADIR, M., QURESHI, R. H.; AHMAD, N. Reclamation of a saline-sodic soil by gypsum and *Leptochloa fusca*. **Geoderma**, v.74: 207-217, 1996.
- RAHMAN, A. H. A.; DAHAB, M. H.; MUSTAFA, M. A. Impact of soil amendments on intermittent evaporation, moisture distribution and salt redistribution in saline-sodic clay soil columns. **Soil Sci.**, v.161: 793-802, 1996.
- RAMIREZ, H.; RODRIGUEZ, O.; SHAINBERG, I. Effect of gypsum on furrow erosion and intake rate. **Soil Sci.**, v. 164: 351-357, 1999.
- RENGASAMY, J. P. Clay dispersion in relation to changes in the electrolyte composition of dialysed red-brown earths. **J. Soil Sci.**, v. 34: 723-732, 1983.
- RENGASAMY, P.; OLSSON, K. A. Sodicty and soil structure. **Aust. J. Soil Res.**, v.29: 935-952, 1991.
- RHOADES, J. D.; CLARK, M. **Sampling procedure and Chemical methods in use at the U. S. Salinity Laboratory for characterizing salt-affected soil and water**. California, U. S. Salinity Laboratory, Riverside, 1978. 24 p. (mimeografado).
- RIBEIRO, M. R. **Reabilitação de áreas degradadas em perímetros irrigados do DNOCS em Pernambuco**. Recife: UFRPE CNPq/PROJETO NORDESTE. Recife: 1999. 82 p. (Relatório Final)
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. U. S. Dep. Agric. Handbook 60 Washington,. U. S. Government Printing, Office, D. C., 1954. 160p.
- SAMPAIO, R. A. **Manejo da água na recuperação de solos salino-sódicos, em colunas**. Viçosa, UFV, 1993, 75p. (Dissertação de Mestrado).
- SANTOS, R. V. **Correção de um solo salino-sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro vigna (*Vigna unguiculata* (L.) WALD)**. Piracicaba, USP, 1995. 120p. (Tese de Doutorado).
- SCHOONOVER, W. R. **Examination of soils for alkali**. Berkeley, Univ. of Calif. Extension Service, 1952. (Mimeografado)

- SHAINBERG, I.; GAL, M. The effect of lime on the response of soils to sodic conditions. **J. Soil Sci.**, v.33: 489-498, 1982.
- SHAINBERG, I.; SUMNER, M. E.; MILLER, W. P.; FARINA, M. P. W.; PAVAN, M. A.; FEY, M. V. Use of gypsum on soils. **Adv. Soil Sci.**, v.9: 1-111, 1989.
- SILVEIRA, K. R. **Influência da aplicação do gesso na água de irrigação sobre a salinidade, sodicidade e condutividade hidráulica de solos aluviais.** Recife, UFRPE, 2000. 73p. (Dissertação de Mestrado).
- SILVEIRA, K. R.; SILVEIRA, R. R.; OLIVEIRA, F. A. Formação e estabilidade de agregados de um solo sódico tratado com gesso e com vinhaça. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 2, 1999, Recife. **Resumo...**, Recife, Imprensa Universitária, 1999. p.80.
- SOUSA, A. R. **Solos da planície aluvial do vale do Pajeú em Serra Talhada (PE): ambiente agrícola e uso da terra.** Viçosa, UFV, 1995, 145p. (Tese de Doutorado).
- SUHAYDA, C. G.; YIN, L.; REDMANN, R. E.; LI, J. Gypsum amendment improves native grass establishment on saline-alkali solis in northeast China, **Soil Use and Management**, v.13: 43-47, 1997.
- SUMNER, M. E. Sodic soils: new perspectives. In: NAIDU, R.; SUMNER, M. E.; REGASAMY, P. **Australian sodic soils: distribution, properties and management.** Victory, CSIRO, 1995. p. 1-34.
- TAN, K. H. **Environmental soil science.** New York. Marcel Dekker, 1994. 304p.
- WHITTIG, L. D.; ALLARDICE, W. R. X-Ray diffraction techniques In: **Methods of soil analysis.** Part 1, physical and mineralogical methods. Amer. Soc. of Agronomy, 2ed, 1986. p. 331-59.
- YAGUE, J. L. F. **El suelo y los fertilizantes.** Madrid. Editorial Mundi-prensa, 1994. 327p.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Quadro 1A - Análise de variância do lixiviado para sódio (Na⁺) e pH, em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		1ª Lâmina (1 volume de poros)	
		Na ⁺	pH
Blocos	2	15,5359	0,0614
Solos	3	62919,7679	1780,4885
FA d/S1	1	235,9864	7,1225
MISTURA d/B1 d/S1	1	65,3730	1,8928
MISTURA d/B2 d/S1	1	65,9354	1,7767
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	232,9185	1,7867
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	175,2816	1,6623
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S1	1	72,8714	0,3504
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	169,6940	2,4128
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	78,1667	1,9339
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S1	1	56,9800	0,1473
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	252,1215	2,5175
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	185,6022	1,7174
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S1	1	68,6817	0,5521
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	238,2392	2,6623
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	183,5528	2,7691
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S1	1	58,0326	0,5643
FA d/S2	1	222,6978	20,0725
MISTURA d/B1 d/S2	1	64,4193	1,8816
MISTURA d/B2 d/S2	1	57,0108	4,5588
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	260,8763	22,4360
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	160,4438	9,6068
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S2	1	87,7073	5,0968
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	267,8132	20,3401
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	162,1801	6,9938
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S2	1	56,6108	6,1206
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	261,1456	14,8610
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	119,5058	3,5113
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S2	1	101,5171	4,9142
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	254,1367	15,6157
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	144,5567	12,1689
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S2	1	90,7148	4,0017
FA d/S3	1	2487,9840	52,4451
MISTURA d/B1 d/S3	1	290,6032	6,6290
MISTURA d/B2 d/S3	1	206,9175	4,9868
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	4117,0046	74,8802
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	4565,9630	77,7089
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S3	1	1166,2204	23,5752
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	3252,8645	58,8459
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	3674,6259	75,7544
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S3	1	1605,3523	43,8481
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	4972,9920	73,6831
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	1063,1685	44,3159
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S3	1	1256,7678	15,1368
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	3853,2367	63,1583
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	2435,9424	55,4171
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S3	1	1282,1740	21,3445
FA d/S4	1	185,5354	10,4814
MISTURA d/B1 d/S4	1	65,8359	1,7334
MISTURA d/B2 d/S4	1	67,5362	2,0417
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	248,8506	4,7379
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	133,0081	1,7924
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S4	1	65,9353	0,1803
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	151,8645	3,2942
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	76,2201	2,7145
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S4	1	66,4003	0,2774
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	257,3351	3,0218
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	159,5493	1,8560
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S4	1	80,0080	0,6017
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	241,0256	2,7060
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	129,2832	1,9602
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S4	1	59,1576	0,2993
Resíduo	126	7,6770	0,2271
CV (%)		4,12	4,33

** significativo a 1%, * significativo a 5% e NS não-significativo.

Quadro 2A - Análise de variância da condutividade elétrica (CE) do 1º volume de poros dos solos S1, S2 e S4, em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
			CE
Blocos	2		0,0879 NS
Solos	2		257,7502 **
FA d/S1	1		0,9948 **
MISTURA d/B1 d/S1	1		0,2091 **
MISTURA d/B2 d/S1	1		0,2709 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1		0,3306 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1		0,2450 **
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S1	1		0,0150 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1		0,4830 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1		0,2450 **
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S1	1		0,0417 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1		0,2601 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1		0,3362 **
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S1	1		0,0171 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1		0,2687 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1		0,2713 **
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S1	1		0,0104 NS
FA d/S2	1		1,2545 **
MISTURA d/B1 d/S2	1		0,2970 **
MISTURA d/B2 d/S2	1		0,5075 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1		0,3211 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1		0,2335 **
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S2	1		0,0104 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1		0,4032 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1		0,2813 **
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S2	1		0,0504 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1		0,4556 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1		0,4141 **
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S2	1		0,0181 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1		0,3600 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1		0,2813 **
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S2	1		0,0088 NS
FA d/S4	1		0,9352 **
MISTURA d/B1 d/S4	1		0,2522 **
MISTURA d/B2 d/S4	1		0,2604 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1		0,3762 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1		0,2091 **
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S4	1		0,0267 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1		0,4853 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1		0,3147 **
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S4	1		0,0600 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1		0,2934 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1		0,2335 **
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S4	1		0,0037 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1		0,3117 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1		0,2939 **
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S4	1		0,0150 NS
Resíduo	94		0,0620
CV (%)			3,07

** significativo a 1%, * significativo a 5% e NS não-significativo.

Quadro 3A - Análise de variância da condutividade elétrica (CE) do 1º volume de poros do solo S3, em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		CE	
Blocos	2	0,5687	NS
FA d/S3	1	1,2545	**
MISTURA d/B1 d/S3	1	0,3128	**
MISTURA d/B2 d/S3	1	0,5400	**
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,2809	**
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,2738	**
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S3	1	0,0043	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,2178	**
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,2335	**
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S3	1	0,0338	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,5501	**
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,5339	**
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S3	1	0,0067	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,2934	**
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,3068	**
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S3	1	0,0038	NS
Resíduo	30	0,7389	
CV (%)		4,36	

** significativo a 1%, * significativo a 5% e NS não-significativo.

Quadro 4A - Análise de variância do lixiviado para sódio (Na+), pH e condutividade elétrica (CE), em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		2ª Lâmina (2 volume de poros)		
		Na ⁺	CE	pH
Blocos	2	1,6417 ^{NS}	0,0367 ^{NS}	0,0614 [*]
Solos	3	1395,2609 ^{**}	1,1829 ^{**}	79,7304 ^{**}
FA d/S1	1	129,2977 ^{**}	1,4421 ^{**}	3,1365 ^{**}
MISTURA d/B1 d/S1	1	7,6050 ^{**}	0,4483 ^{**}	0,2501 ^{**}
MISTURA d/B2 d/S1	1	9,0651 ^{**}	0,4704 ^{**}	0,3314 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	27,1267 ^{**}	0,3306 ^{**}	0,8130 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	18,2811 ^{**}	0,3612 ^{**}	0,3641 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S1	1	13,8624 ^{**}	0,0888 ^{NS}	0,2731 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	30,5072 ^{**}	0,3620 ^{**}	0,6724 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	15,4383 ^{**}	0,4356 ^{**}	0,2813 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S1	1	13,3504 ^{**}	0,1014 ^{NS}	0,1568 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	44,7561 ^{**}	0,3230 ^{**}	1,5088 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	26,1365 ^{**}	0,3669 ^{**}	0,3094 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S1	1	21,4704 ^{**}	0,0938 ^{NS}	0,2481 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	37,3525 ^{**}	0,3701 ^{**}	1,3885 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	25,2998 ^{**}	0,3335 ^{**}	1,0903 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S1	1	15,2961 ^{**}	0,1204 ^{NS}	0,4108 ^{**}
FA d/S2	1	76,0789 ^{**}	1,6725 ^{**}	4,6625 ^{**}
MISTURA d/B1 d/S2	1	8,9548 ^{**}	0,4455 ^{**}	0,2321 ^{**}
MISTURA d/B2 d/S2	1	8,3662 ^{**}	0,5859 ^{**}	0,2017 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	26,5912 ^{**}	0,3823 ^{**}	0,6215 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	32,9943 ^{**}	0,3254 ^{**}	0,3500 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S2	1	23,5620 ^{**}	0,0641 ^{NS}	0,3037 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	35,5216 ^{**}	0,3211 ^{**}	0,4467 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	33,6200 ^{**}	0,3814 ^{**}	0,3417 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S2	1	24,7254 ^{**}	0,0913 ^{NS}	0,2993 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	49,1635 ^{**}	0,3501 ^{**}	2,1953 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	35,6449 ^{**}	0,3472 ^{**}	0,5339 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S2	1	21,7742 ^{**}	0,0417 ^{**}	0,4483 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	31,8472 ^{**}	0,4534 ^{**}	1,9460 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	23,8510 ^{**}	0,3500 ^{**}	0,5941 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S2	1	15,2961 ^{**}	0,0704 ^{NS}	0,3314 ^{**}
FA d/S3	1	273,6075 ^{**}	1,8842 ^{**}	11,2617 ^{**}
MISTURA d/B1 d/S3	1	15,3707 ^{**}	0,3337 ^{**}	0,5119 ^{**}
MISTURA d/B2 d/S3	1	13,9131 ^{**}	0,6080 ^{**}	0,5415 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	200,1125 ^{**}	0,3600 ^{**}	6,9960 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	171,7834 ^{**}	0,4141 ^{**}	8,8200 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S3	1	33,7330 ^{**}	0,0620 ^{NS}	2,4833 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	184,8542 ^{**}	0,3461 ^{**}	7,1156 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	134,4618 ^{**}	0,4294 ^{**}	7,0688 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S3	1	34,2885 ^{**}	0,1121 ^{NS}	3,0960 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	207,5040 ^{**}	0,4032 ^{**}	7,8821 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	177,7241 ^{**}	0,4418 ^{**}	8,8410 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S3	1	69,2241 ^{**}	0,0561 ^{NS}	1,5657 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	166,8546 ^{**}	0,3823 ^{**}	6,0025 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	127,7512 ^{**}	0,4110 ^{**}	6,2305 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S3	1	50,3441 ^{**}	0,0963 ^{NS}	1,5811 ^{**}
FA d/S4	1	49,9800 ^{**}	1,1656 ^{**}	1,3770 ^{**}
MISTURA d/B1 d/S4	1	12,5860 ^{**}	0,3651 ^{**}	0,1998 ^{**}
MISTURA d/B2 d/S4	1	9,8304 ^{**}	0,3601 ^{**}	0,3038 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	38,9584 ^{**}	0,4290 ^{**}	0,5451 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	28,1500 ^{**}	0,3528 ^{**}	0,2713 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S4	1	11,9004 ^{**}	0,0913 ^{NS}	0,1768 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	27,4401 ^{**}	0,4203 ^{**}	0,5476 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	18,4629 ^{**}	0,3584 ^{**}	0,3698 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S4	1	13,8320 ^{**}	0,1014 ^{NS}	0,1473 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	58,0898 ^{**}	0,3560 ^{**}	0,6267 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	56,2153 ^{**}	0,5033 ^{**}	0,2006 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S4	1	36,7538 ^{**}	0,0620 ^{NS}	0,2481 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	45,0912 ^{**}	0,4624 ^{**}	0,4923 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	36,2101 ^{**}	0,3200 ^{**}	0,1644 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S4	1	14,6954 ^{**}	0,0817 ^{NS}	0,1473 ^{**}
Resíduo	126	0,7778	0,0452	0,0189
CV (%)		5,12	2,82	5,05

** significativo a 1%, * significativo a 5% e NS não-significativo.

Quadro 5A - Análise de variância da condutividade hidráulica média (CH) para os solos S1 e S4, em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		CH	
Blocos	2	12,74087	**
Solos	1	2,27326	**
FA d/S1	1	1,52708	*
MISTURA d/B1 d/S1	1	0,01653	NS
MISTURA d/B2 d/S1	1	0,21123	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	0,056377	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	0,038186	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S1	1	0,014689	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	0,066346	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	0,064679	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S1	1	0,101709	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	0,268318	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	0,034613	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S1	1	0,001953	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	0,22531	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	0,100198	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S1	1	0,013408	NS
FA d/S4	1	1,312631	*
MISTURA d/B1 d/S4	1	0,091681	NS
MISTURA d/B2 d/S4	1	0,500725	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,917339	*
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,338471	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S4	1	0,252836	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,718055	°
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,28172	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S4	1	0,169416	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	0,499643	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	0,172961	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S4	1	0,323117	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	1,073776	*
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	0,341455	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S4	1	0,180303	NS
Resíduo	62	0,26758	
CV (%)		31,76	

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ° significativo a 10% e NS não-significativo.

Quadro 6A - Análise de variância da condutividade hidráulica média (CH) para os solos S2 e S3, em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		CH	
Blocos	2	0,02886	**
Solos	1	4,26152	**
FA d/S2	1	0,026964	NS
MISTURA d/B1 d/S2	1	0,002266	NS
MISTURA d/B2 d/S2	1	0,002425	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	0,022153	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	0,000411	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S2	1	7,92E-05	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	0,021799	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	0,001466	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S2	1	0,000139	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	0,0151	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	0,002292	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S2	1	0,003334	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	0,016536	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	0,003132	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S2	1	0,000377	NS
FA d/S3	1	0,278208	NS
MISTURA d/B1 d/S3	1	0,001155	NS
MISTURA d/B2 d/S3	1	0,037459	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,001808	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,002057	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S3	1	0,000697	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,00211	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,002422	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S3	1	5,9E-05	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,114568	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,059424	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S3	1	0,034456	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,060258	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,010021	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S3	1	0,001352	NS
Resíduo	62	0,00521	
CV (%)		19,36	

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ° significativo a 10% e NS não-significativo.

Quadro 7A - Análise de variância dos dados de cátions trocáveis de 0-5 cm do solo, para cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), potássio (K⁺) e pH, em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadro Médio			
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	pH
Blocos	2	0,04762	0,00148	0,00013	0,05420
Solos	3	341,47262	23,53940	0,21139	1,52334
FA d/S1	1	0,47203	0,09013	0,00021	0,09901
MISTURA d/B1 d/S1	1	0,07594	0,00482	0,00015	0,16500
MISTURA d/B2 d/S1	1	0,14570	0,05227	0,00042	0,21094
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	0,42467	0,02403	0,00028	0,16538
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	0,24036	0,03380	0,00009	0,10276
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S1	1	0,15360	0,07260	0,00027	0,02667
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	0,41818	0,01562	0,00004	0,17222
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	0,26161	0,02420	0,00002	0,13005
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S1	1	0,09882	0,06407	0,00007	0,02282
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	0,47840	0,12018	0,00047	0,19068
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	0,24734	0,10734	0,00001	0,13694
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S1	1	0,12042	0,05802	0,00015	0,01815
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	0,43560	0,03738	0,00014	0,23200
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	0,25205	0,04109	0,00036	0,10276
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S1	1	0,15682	0,07707	0,00007	0,01707
FA d/S2	1	0,68402	0,07760	0,00002	0,12000
MISTURA d/B1 d/S2	1	0,06827	0,00960	0,00004	0,19082
MISTURA d/B2 d/S2	1	0,13054	0,04770	0,00007	0,28602
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	0,75980	0,18634	0,00010	0,17084
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	0,76056	0,33076	0,00005	0,10889
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S2	1	0,10140	0,06000	0,00002	0,01307
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	0,84334	0,13814	0,00007	0,22090
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	0,78961	0,22669	0,00067	0,11520
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S2	1	0,15042	0,06407	0,00002	0,00960
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	1,29201	0,36200	0,00022	0,17084
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	1,35027	0,55476	0,00005	0,10889
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S2	1	0,26042	0,09127	0,00002	0,01127
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	0,92480	0,20250	0,00007	0,27388
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	1,05609	0,35280	0,00002	0,10427
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S2	1	0,34560	0,14727	0,00027	0,00482
FA d/S3	1	0,63710	0,15870	0,00003	0,09013
MISTURA d/B1 d/S3	1	0,05704	0,00135	0,00002	0,17510
MISTURA d/B2 d/S3	1	0,12327	0,04860	0,00002	0,22620
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,53534	0,01480	0,00002	0,16538
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,26161	0,04014	0,00080	0,09827
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S3	1	0,17002	0,08882	0,00007	0,02535
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,44890	0,00722	0,00014	0,17500
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,24500	0,01620	0,00002	0,09976
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S3	1	0,10140	0,05607	0,00007	0,00667
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,47840	0,14440	0,00014	0,19654
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,68836	0,21780	0,00001	0,09102
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S3	1	0,20907	0,07707	0,00015	0,01707
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,47840	0,06418	0,00023	0,15080
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,40801	0,10889	0,00005	0,09102
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S3	1	0,13202	0,04860	0,00015	0,00667
FA d/S4	1	1,10717	0,60301	0,00021	0,10268
MISTURA d/B1 d/S4	1	0,13350	0,04860	0,00027	0,16500
MISTURA d/B2 d/S4	1	0,12327	0,05415	0,00027	0,23800
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,74247	0,34223	0,00004	0,17223
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,82347	0,51005	0,00002	0,10580
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S4	1	0,15042	0,07042	0,00007	0,03227
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,54268	0,21007	0,00018	0,15734
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,68836	0,37556	0,00036	0,09827
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S4	1	0,14727	0,04860	0,00007	0,02282
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	1,52934	1,06434	0,00022	0,18204
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	1,41681	0,98467	0,00005	0,09827
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S4	1	0,35042	0,17002	0,00015	0,01815
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	1,15921	0,71967	0,00003	0,19507
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	1,51961	1,04642	0,00045	0,08961
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S4	1	0,17682	0,08167	0,00015	0,02282
Resíduo	126	0,06053	0,00682	0,00055	0,02197
CV (%)		2,28	4,33	9,54	2,18

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ° significativo a 10% e NS não-significativo.

Quadro 8A - Análise de variância dos dados de cátions trocáveis de 0-5 cm do solo S1 e S3, para sódio (Na⁺) e percentagem de sódio trocável (PST), em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		Na ⁺	PST
Blocos	2	0,00205 ^{NS}	0,08253 ^{NS}
Solos	1	2,64338 ^{**}	178,2045 ^{**}
FA d/S1	1	0,13547 ^{**}	5,74940 ^{**}
MISTURA d/B1 d/S1	1	0,03760 ^{**}	1,59595 ^{**}
MISTURA d/B2 d/S1	1	0,03840 ^{**}	1,62973 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	0,20250 ^{**}	8,59426 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	0,04500 ^{**}	1,90983 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S1	1	0,01927 ^{**}	0,81769 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	0,18634 ^{**}	7,90825 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	0,06242 ^{**}	2,64925 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S1	1	0,01707 ^{**}	0,72432 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	0,09201 ^{**}	3,90502 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	0,06722 ^{**}	2,85296 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S1	1	0,01707 ^{**}	0,72432 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	0,12721 ^{**}	5,39894 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	0,06242 ^{**}	2,64925 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S1	1	0,02940 ^{**}	1,24776 ^{**}
FA d/S3	1	0,21333 ^{**}	10,86882 ^{**}
MISTURA d/B1 d/S3	1	0,05227 ^{**}	2,66286 ^{**}
MISTURA d/B2 d/S3	1	0,03840 ^{**}	1,95639 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,28444 ^{**}	14,49176 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,08681 ^{**}	4,42253 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S3	1	0,02042 ^{**}	1,04018 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,41818 ^{**}	21,30515 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,12667 ^{**}	6,45365 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S3	1	0,01815 ^{**}	0,92470 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,13444 ^{**}	6,84962 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,12169 ^{**}	6,19976 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S3	1	0,02667 ^{**}	1,35860 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,18204 ^{**}	9,27473 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,13694 ^{**}	6,97671 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S3	1	0,02042 ^{**}	1,04018 ^{**}
Resíduo	62	0,00340	0,15974
CV (%)		7,91	7,86

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ° significativo a 10% e NS não-significativo.

Quadro 9A - Análise de variância dos dados de cátions trocáveis de 0-5 cm do solo S2 e S4, para sódio (Na⁺) e percentagem de sódio trocável (PST), em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		Na ⁺	PST
Blocos	2	0,00037 ^{NS}	0,04750 ^{NS}
ENTRE SOLOS	2	4,40327 ^{**}	42,53621 ^{**}
FA d/S2	1	0,19380 ^{**}	7,76326 ^{**}
MISTURA d/B1 d/S2	1	0,02600 ^{**}	1,04167 ^{**}
MISTURA d/B2 d/S2	1	0,02282 ^{**}	0,91398 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	0,21468 ^{**}	8,59949 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	0,12836 ^{**}	5,14163 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S2	1	0,02160 ^{**}	0,86525 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	0,22880 ^{**}	9,16531 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	0,18402 ^{**}	7,37150 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S2	1	0,03227 ^{**}	1,29253 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	0,24338 ^{**}	9,74915 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	0,14942 ^{**}	5,98551 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S2	1	0,02940 ^{**}	1,17770 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	0,26010 ^{**}	10,41900 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	0,13520 ^{**}	5,41580 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S2	1	0,03527 ^{**}	1,41270 ^{**}
FA d/S4	1	0,04750 ^{**}	5,48041 ^{**}
MISTURA d/B1 d/S4	1	0,01500 ^{**}	1,73058 ^{**}
MISTURA d/B2 d/S4	1	0,01450 ^{**}	1,67338 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,05840 ^{**}	6,73805 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,02494 ^{**}	2,87725 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S4	1	0,01402 ^{**}	1,61713 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,04623 ^{**}	5,33307 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,03380 ^{**}	3,89958 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S4	1	0,01500 ^{**}	1,73058 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	0,04271 ^{**}	4,92767 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	0,03209 ^{**}	3,70216 ^{**}
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S4	1	0,01500 ^{**}	1,73058 ^{**}
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	0,05214 ^{**}	6,01505 ^{**}
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	0,02347 ^{**}	2,70804 ^{**}
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S4	1	0,01402 ^{**}	1,61713 ^{**}
Resíduo	62	0,00057	0,04040
CV (%)		4,53	4,99

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ° significativo a 10% e NS não-significativo.

Quadro 10A - Análise de variância dos dados de cátions trocáveis de 5-10 cm do solo, para cálcio (Ca²⁺), sódio (Na⁺), percentagem de sódio trocável (PST) e pH, em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio							
		Ca ²⁺	Na ⁺	PST	pH				
Blocos	2	0,09473	NS	0,00085	NS	0,10453	NS	0,05420	°
Solos	3	338,33221	**	6,62145	**	178,75671	**	1,72197	**
FA d/S1	1	0,76255	**	0,57860	**	24,55632	**	0,12505	*
MISTURA d/B1 d/S1	1	0,13350	NS	0,13054	**	5,54011	**	0,16500	**
MISTURA d/B2 d/S1	1	0,09127	NS	0,05042	**	2,13972	**	0,24000	**
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	0,66967	**	0,57760	**	24,51379	**	0,11000	*
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	0,31734	*	0,27380	**	11,62028	**	0,07736	°
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S1	1	0,14415	NS	0,08640	**	3,66688	**	0,01927	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	0,83418	**	0,74822	**	31,75524	**	0,09000	*
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	0,32536	*	0,29645	**	12,58157	**	0,08000	°
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S1	1	0,18727	NS	0,25215	**	10,70144	**	0,01927	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	0,65610	**	0,51361	**	21,79805	**	0,11334	*
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	0,28125	*	0,09827	**	4,17075	**	0,07347	°
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S1	1	0,07935	NS	0,07935	**	3,36767	**	0,01215	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	0,78028	**	0,64000	**	27,16209	**	0,14188	*
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	0,30161	*	0,18605	**	7,89610	**	0,06601	°
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S1	1	0,11482	NS	0,07935	**	3,36767	**	0,00202	NS
FA d/S2	1	0,87750	**	0,64403	**	25,79848	**	0,14852	*
MISTURA d/B1 d/S2	1	0,10402	NS	0,11344	**	4,54404	**	0,17510	**
MISTURA d/B2 d/S2	1	0,10270	NS	0,12470	**	4,99536	**	0,28602	**
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	0,83723	**	0,80103	**	32,08721	**	0,14694	*
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	0,28125	*	0,21125	**	8,46219	**	0,08269	°
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S2	1	0,17682	NS	0,16335	**	6,54342	**	0,01307	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	0,99667	**	0,96040	**	38,47140	**	0,12603	*
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	0,29389	*	0,31205	**	12,50000	**	0,09245	*
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S2	1	0,18027	NS	0,20535	**	8,22585	**	0,01215	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	0,69723	**	0,58523	**	23,44276	**	0,11111	*
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	0,27380	*	0,11045	**	4,42437	**	0,07867	°
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S2	1	0,10140	*	0,09882	**	3,95837	**	0,00882	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	0,66151	**	0,57254	**	22,93480	**	0,13201	*
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	0,27876	*	0,17014	**	6,81537	**	0,08269	°
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S2	1	0,18027	NS	0,17002	**	6,81047	**	0,00327	NS
FA d/S3	1	0,74003	**	0,73013	**	37,19854	**	0,10641	*
MISTURA d/B1 d/S3	1	0,09004	NS	0,09375	**	4,77634	**	0,16007	**
MISTURA d/B2 d/S3	1	0,08520	NS	0,09627	**	4,90456	**	0,18727	**
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,63734	**	0,60840	**	30,99652	**	0,11674	*
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,30161	*	0,32805	**	16,71336	**	0,08134	°
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S3	1	0,13202	NS	0,12615	**	6,42704	**	0,02535	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,49000	**	0,53290	**	27,14998	**	0,12134	*
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,36125	*	0,35280	**	17,97431	**	0,07867	°
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S3	1	0,16335	NS	0,25627	**	13,05617	**	0,00482	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	1,01003	**	0,96367	**	49,09665	**	0,13201	*
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,28125	*	0,22001	**	11,20876	**	0,06361	°
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S3	1	0,07042	NS	0,04682	**	2,38520	**	0,02042	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,90884	**	0,81300	**	41,42054	**	0,09201	*
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,29389	*	0,25442	**	12,96220	**	0,07094	°
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S3	1	0,14107	NS	0,14107	**	7,18701	**	0,00482	NS
FA d/S4	1	0,48803	**	0,21068	**	24,30601	**	0,13230	*
MISTURA d/B1 d/S4	1	0,03300	NS	0,03840	**	4,43029	**	0,15520	**
MISTURA d/B2 d/S4	1	0,03604	NS	0,03375	**	3,89381	**	0,21470	**
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,28622	*	0,19507	**	22,50556	**	0,14063	*
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,09680	NS	0,11202	**	12,92423	**	0,08405	°
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S4	1	0,06000	NS	0,05607	**	6,46853	**	0,02802	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,32111	*	0,16674	**	19,23669	**	0,10671	*
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,10734	NS	0,11842	**	13,66262	**	0,07736	°
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S4	1	0,08402	NS	0,08167	**	9,42205	**	0,01927	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	0,30802	*	0,20100	**	23,19010	**	0,13444	*
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	0,05780	NS	0,03294	**	3,80023	**	0,07347	°
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S4	1	0,05227	NS	0,03682	**	4,24761	**	0,02535	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	0,28444	*	0,23523	**	27,13839	**	0,11674	*
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	0,06009	NS	0,05445	**	6,28201	**	0,06969	°
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S4	1	0,03840	NS	0,04002	**	4,61681	**	0,01927	NS
Resíduo	126	0,06897		0,00464		0,30254		0,02197	
CV (%)		2,57		6,61		7,39		2,14	

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ° significativo a 10% e NS não-significativo.

Quadro 11A - Análise de variância dos dados de cátions trocáveis de 5-10 cm dos solos S1, S3 e S4, para magnésio (Mg^{+2}), em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
			Mg^{+2}
Blocos	2	0,00117	NS
Solos	2	35,58313	**
FA d/S1	1	0,00001	NS
MISTURA d/B1 d/S1	1	0,00020	NS
MISTURA d/B2 d/S1	1	0,00034	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	0,00004	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	0,00036	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S1	1	0,00167	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	0,00174	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	0,00067	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S1	1	0,00015	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	0,00018	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	0,00294	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S1	1	0,00015	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	0,00002	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	0,00180	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S1	1	0,00007	NS
FA d/S3	1	0,00013	NS
MISTURA d/B1 d/S3	1	0,00120	NS
MISTURA d/B2 d/S3	1	0,00034	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,00000	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,00161	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S3	1	0,00015	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,00010	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,00020	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S3	1	0,00027	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,00000	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,00027	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S3	1	0,00202	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,00090	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,00005	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S3	1	0,00042	NS
FA d/S4	1	0,00152	NS
MISTURA d/B1 d/S4	1	0,00000	NS
MISTURA d/B2 d/S4	1	0,00007	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,00188	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,00094	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S4	1	0,00042	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,00007	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,00027	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S4	1	0,00135	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	0,00303	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	0,00125	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S4	1	0,00015	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	0,00080	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	0,00067	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S4	1	0,00042	NS
Resíduo	94	0,01224	
CV (%)		5,26	

** significativo a 1%, * significativo a 5% , ° significativo a 10% e NS não-significativo.

Quadro 12A - Análise de variância dos dados de cátions trocáveis de 5-10 cm do solo S2, para magnésio (Mg^{+2}), em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
			Mg^{+2}
Blocos	2	0,00959	NS
FA d/S2	1	0,00017	NS
MISTURA d/B1 d/S2	1	0,00034	NS
MISTURA d/B2 d/S2	1	0,00015	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	0,00100	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	0,00056	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S2	1	0,00027	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	0,00188	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	0,00014	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S2	1	0,00042	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	0,00134	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	0,00094	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S2	1	0,00002	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	0,00160	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	0,00045	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S2	1	0,00082	NS
Resíduo	30	0,00963	
CV (%)		4,65	

** significativo a 1%, * significativo a 5% , ° significativo a 10% e NS não-significativo.

Quadro 13A - Análise de variância dos dados de cátions trocáveis de 5-10 cm dos solos S1 e S2, para potássio (K⁺), em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
			K ⁺
Blocos	2		0,00032 NS
Solos	1		0,95635 **
FA d/S1	1		0,00003 NS
MISTURA d/B1 d/S1	1		0,00027 NS
MISTURA d/B2 d/S1	1		0,00002 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1		0,00100 NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1		0,00001 NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S1	1		0,00015 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1		0,00034 NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1		0,00009 NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S1	1		0,00027 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1		0,00054 NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1		0,00002 NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S1	1		0,00007 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1		0,00004 NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1		0,00067 NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S1	1		0,00042 NS
FA d/S2	1		0,00000 NS
MISTURA d/B1 d/S2	1		0,00000 NS
MISTURA d/B2 d/S2	1		0,00007 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1		0,00007 NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1		0,00027 NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S2	1		0,00002 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1		0,00071 NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1		0,00001 NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S2	1		0,00002 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1		0,00010 NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1		0,00005 NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S2	1		0,00015 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1		0,00001 NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1		0,00001 NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S2	1		0,00015 NS
Resíduo	62		0,00070
CV (%)			9,08

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ° significativo a 10% e NS não-significativo.

Quadro 14A - Análise de variância dos dados de cátions trocáveis de 5-10 cm do solo S3 e S4, para potássio (K⁺), em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		K ⁺	
Blocos	2	0,00020	NS
Solos	1	0,18288	**
FA d/S3	1	0,00002	NS
MISTURA d/B1 d/S3	1	0,00002	NS
MISTURA d/B2 d/S3	1	0,00004	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,00018	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,00001	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S3	1	0,00015	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,00010	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,00005	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S3	1	0,00135	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,00040	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,00045	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S3	1	0,00015	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,00007	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,00094	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S3	1	0,00002	NS
FA d/S4	1	0,00067	NS
MISTURA d/B1 d/S4	1	0,00004	NS
MISTURA d/B2 d/S4	1	0,00000	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,00034	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,00009	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S4	1	0,00060	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,00054	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,00002	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S4	1	0,00027	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	0,00090	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	0,00080	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S4	1	0,00007	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	0,00007	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	0,00027	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S4	1	0,00002	NS
Resíduo	62	0,00010	
CV (%)		4,83	

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ° significativo a 10% e NS não-significativo.

Quadro 15A - Análise de variância do extrato de saturação de 0-5 cm do solo, para cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), sódio (Na⁺), potássio (K⁺), condutividade elétrica (CE) e relação adsorção de sódio (RAS), em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	CE	RAS
Blocos	2	0,65465 NS	0,00003 NS	0,00028 NS	0,00059 NS	0,00671 NS	0,00376 NS
Solos	3	1892,1403 **	1,07085 **	290,11095 **	0,15816 NS	32,49598 **	11,04740 **
FA d/S1	1	38,14550 **	0,00002 NS	2,94525 **	0,00005 NS	0,37666 **	1,58501 **
MISTURA d/B1 d/S1	1	5,77220 **	0,00004 NS	0,43202 **	0,00034 NS	0,10547 **	0,30483 **
MISTURA d/B2 d/S1	1	8,26027 **	0,00015 NS	1,15720 **	0,00007 NS	0,06500 **	0,40512 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	17,87880 **	0,00000 NS	2,94123 **	0,00001 NS	0,09394 **	1,34815 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	14,13347 **	0,00009 NS	1,24820 **	0,00001 NS	0,06516 **	0,56161 **
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S1	1	3,15375 *	0,00027 NS	0,47040 **	0,00015 NS	0,00968 NS	0,14279 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	21,46778 **	0,00001 NS	3,18623 **	0,00002 NS	0,08722 **	1,94231 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	20,01336 **	0,00027 NS	0,64980 **	0,00005 NS	0,09976 **	0,59789 **
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S1	1	3,74460 *	0,00015 NS	0,50460 **	0,00002 NS	0,01197 NS	0,18248 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	19,77284 **	0,00028 NS	2,32054 **	0,00028 NS	0,11133 **	0,81750 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	11,72894 **	0,00027 NS	0,85369 **	0,00009 NS	0,10827 **	0,27716 **
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S1	1	3,24135 *	0,00015 NS	0,49307 **	0,00027 NS	0,00897 NS	0,10987 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	18,89351 **	0,00071 NS	2,55467 **	0,00010 NS	0,09786 **	1,06055 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	13,22694 **	0,00014 NS	0,86681 **	0,00045 NS	0,10936 **	0,38419 **
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S1	1	3,18282 *	0,00002 NS	0,46482 **	0,00042 NS	0,01893 NS	0,13105 **
FA d/S2	1	36,10535 **	0,00101 NS	3,08053 **	0,00025 NS	0,44083 **	0,90188 **
MISTURA d/B1 d/S2	1	6,57307 **	0,00015 NS	0,60167 **	0,00020 NS	0,06816 **	0,18938 **
MISTURA d/B2 d/S2	1	5,52000 **	0,00015 NS	0,73500 **	0,00002 NS	0,06500 **	0,16748 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	75,11111 **	0,00007 NS	4,60103 **	0,00054 NS	0,43428 **	1,75912 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	18,38201 **	0,00009 NS	1,67445 **	0,00002 NS	0,08570 **	0,39348 **
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S2	1	5,51042 **	0,00027 NS	0,79935 **	0,00007 NS	0,01750 NS	0,13990 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	69,66684 **	0,00014 NS	4,45914 **	0,00047 NS	0,36623 **	2,01476 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	17,78067 **	0,00009 NS	2,25427 **	0,00009 NS	0,12567 **	0,55066 **
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S2	1	5,58735 **	0,00027 NS	0,81402 **	0,00007 NS	0,02112 NS	0,15780 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	55,47767 **	0,00028 NS	3,65447 **	0,00267 NS	0,31566 **	0,99110 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	22,02267 **	0,00094 NS	2,47161 **	0,00002 NS	0,09578 **	0,46078 **
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S2	1	5,51042 **	0,00015 NS	0,59535 **	0,00027 NS	0,01135 NS	0,09468 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	67,51361 **	0,00004 NS	3,75714 **	0,00023 NS	0,40577 **	1,31168 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	19,55209 **	0,00014 NS	2,21902 **	0,00020 NS	0,08201 **	0,45039 **
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S2	1	6,95527 **	0,00002 NS	0,61440 **	0,00007 NS	0,02245 NS	0,11367 **
FA d/S3	1	48,26035 **	0,00035 NS	3,85333 **	0,00068 NS	0,28428 **	0,93734 **
MISTURA d/B1 d/S3	1	8,44907 **	0,00002 NS	0,46482 **	0,00027 NS	0,06345 **	0,14604 **
MISTURA d/B2 d/S3	1	7,83184 **	0,00070 NS	0,58907 **	0,00002 NS	0,06510 **	0,13334 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	42,29334 **	0,00003 NS	22,49921 **	0,00123 NS	0,11834 **	3,29095 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	24,96889 **	0,00045 NS	14,29342 **	0,00045 NS	0,07296 **	1,80080 **
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S3	1	9,88167 **	0,00002 NS	4,78827 **	0,00002 NS	0,01750 NS	0,53947 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	41,86090 **	0,00007 NS	25,67111 **	0,00007 NS	0,06777 **	4,01947 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	23,39280 **	0,00027 NS	12,97102 **	0,00036 NS	0,06468 **	1,78924 **
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S3	1	8,83307 **	0,00042 NS	4,03440 **	0,00007 NS	0,01530 NS	0,49852 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	40,23788 **	0,00007 NS	21,26747 **	0,00007 NS	0,08018 **	2,68593 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	24,89827 **	0,00014 NS	16,66569 **	0,00027 NS	0,07309 **	1,81378 **
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S3	1	6,63602 **	0,00082 NS	2,25707 **	0,00002 NS	0,00968 NS	0,23861 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	43,27447 **	0,00004 NS	21,51414 **	0,00003 NS	0,11845 **	2,99728 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	25,03961 **	0,00001 NS	16,16909 **	0,00045 NS	0,07081 **	1,89537 **
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S3	1	6,67815 **	0,00042 NS	3,68167 **	0,00015 NS	0,01984 NS	0,38329 **
FA d/S4	1	41,40368 **	0,00187 NS	4,10085 **	0,00013 NS	0,30036 **	2,05042 **
MISTURA d/B1 d/S4	1	7,37042 **	0,00060 NS	0,72454 **	0,00027 NS	0,07293 **	0,46274 **
MISTURA d/B2 d/S4	1	5,78202 **	0,00042 NS	0,40560 **	0,00007 NS	0,06720 **	0,19216 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	33,75610 **	0,00000 NS	1,72484 **	0,00000 NS	0,15184 **	1,35513 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	14,36480 **	0,00009 NS	1,32302 **	0,00001 NS	0,06932 **	0,55781 **
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S4	1	3,19740 *	0,00007 NS	1,40167 **	0,00015 NS	0,00313 NS	0,32650 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	35,76040 **	0,00014 NS	1,89980 **	0,00002 NS	0,17292 **	2,10485 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	15,51245 **	0,00009 NS	1,22722 **	0,00000 NS	0,06907 **	0,72806 **
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S4	1	3,15375 *	0,00007 NS	1,44060 **	0,00060 NS	0,00028 NS	0,39642 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	25,72180 **	0,00017 NS	2,71700 **	0,00002 NS	0,12041 **	1,03194 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	11,24961 **	0,00001 NS	0,74014 **	0,00005 NS	0,09768 **	0,23358 **
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S4	1	3,57282 *	0,00002 NS	0,42135 **	0,00042 NS	0,01815 NS	0,09811 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	35,14514 **	0,00014 NS	3,08003 **	0,00023 NS	0,11022 **	1,55812 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	15,88601 **	0,00027 NS	0,78125 **	0,00020 NS	0,06444 **	0,33114 **
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S4	1	4,35202 *	0,00002 NS	0,54602 **	0,00027 NS	0,00400 NS	0,14276 **
Resíduo	126	0,79532	0,00122	0,05767	0,00066	0,00890	0,01257
CV (%)		5,82	11,55	4,65	19,33	4,53	6,03

** significativo a 1%, * significativo a 5% e NS não-significativo.

Quadro 16A - Análise de variância do extrato de saturação de 5-10cm do solo, para cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), sódio (Na⁺), potássio (K⁺) e condutividade elétrica (CE), em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	CE
Blocos	2	0,40075 NS	0,00118 NS	0,12451 NS	0,00012 NS	0,00199 NS
Solos	3	1091,39118 **	3,62306 **	845,81978 **	0,10260 **	36,91192 **
MISTURA d/B1 d/S1	1	5,12450 **	0,00004 NS	0,96400 **	0,00010 NS	0,05415 **
MISTURA d/B2 d/S1	1	6,32427 **	0,00007 NS	1,00860 **	0,00034 NS	0,04167 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	26,74614 **	0,00080 NS	4,17521 **	0,00007 NS	0,16134 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	22,66889 **	0,00036 NS	1,16536 **	0,00001 NS	0,18201 **
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S1	1	10,45440 **	0,00027 NS	0,92827 **	0,00042 NS	0,05415 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	27,35290 **	0,00040 NS	3,74423 **	0,00004 NS	0,17500 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	18,18045 **	0,00020 NS	1,17045 **	0,00001 NS	0,13347 **
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S1	1	10,53375 **	0,00027 NS	0,88935 **	0,00002 NS	0,03375 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	23,65201 **	0,00004 NS	4,18884 **	0,00014 NS	0,13938 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	18,28109 **	0,00067 NS	1,30142 **	0,00027 NS	0,17209 **
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S1	1	9,67740 **	0,00015 NS	1,21500 **	0,00042 NS	0,07707 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	23,07201 **	0,00004 NS	4,16160 **	0,00001 NS	0,11111 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	23,78201 **	0,00027 NS	1,21680 **	0,00002 NS	0,13347 **
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S1	1	9,35002 **	0,00002 NS	1,04167 **	0,00007 NS	0,03375 **
FA d/S2	1	78,87377 **	0,00035 NS	5,24041 **	0,00060 NS	0,27603 **
MISTURA d/B1 d/S2	1	7,65010 **	0,00000 NS	0,90094 **	0,00060 NS	0,05134 **
MISTURA d/B2 d/S2	1	7,88907 **	0,00042 NS	1,11370 **	0,00010 NS	0,06510 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	40,00563 **	0,00007 NS	6,68223 **	0,00018 NS	0,18778 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	30,42000 **	0,00001 NS	3,38000 **	0,00002 NS	0,06722 **
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S2	1	4,26727 **	0,00002 NS	1,36327 **	0,00027 NS	0,01307 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	38,68840 **	0,00090 NS	6,74268 **	0,00018 NS	0,21314 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	30,65445 **	0,00020 NS	3,36269 **	0,00002 NS	0,12169 **
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S2	1	3,95282 **	0,00027 NS	1,64327 **	0,00007 NS	0,00960 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	45,74268 **	0,00100 NS	5,80810 **	0,00000 NS	0,25167 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	30,16056 **	0,00001 NS	2,88000 **	0,00001 NS	0,13176 **
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S2	1	3,49607 **	0,00042 NS	2,30640 **	0,00002 NS	0,01127 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	44,48890 **	0,00022 NS	7,84934 **	0,00000 NS	0,18204 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	26,20880 **	0,00020 NS	3,18361 **	0,00020 NS	0,07736 **
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S2	1	3,74460 **	0,00007 NS	1,61202 **	0,00007 NS	0,00960 NS
FA d/S3	1	86,10842 **	0,00001 NS	5,98547 **	0,00035 NS	0,28985 **
MISTURA d/B1 d/S3	1	7,15042 **	0,00010 NS	1,24215 **	0,00050 NS	0,04084 **
MISTURA d/B2 d/S3	1	4,20844 **	0,00020 NS	1,47510 **	0,00027 NS	0,04507 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	72,64721 **	0,00134 NS	45,29290 **	0,00001 NS	0,06503 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	36,60827 **	0,00027 NS	28,65245 **	0,00001 NS	0,03920 **
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S3	1	14,94682 **	0,00015 NS	10,06215 **	0,00002 NS	0,00960 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	76,03840 **	0,00147 NS	44,17818 **	0,00007 NS	0,08028 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	39,42720 **	0,00027 NS	33,15694 **	0,00002 NS	0,03556 **
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S3	1	13,08327 **	0,00002 NS	9,25042 **	0,00007 NS	0,01127 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	73,50204 **	0,00010 NS	45,74268 **	0,00010 NS	0,08028 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	37,38242 **	0,00005 NS	28,62722 **	0,00005 NS	0,03827 **
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S3	1	18,44507 **	0,00002 NS	11,64827 **	0,00042 NS	0,01042 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	73,70223 **	0,00002 NS	46,03623 **	0,00001 NS	0,09201 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	35,87045 **	0,00005 NS	27,60245 **	0,00001 NS	0,04109 **
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S3	1	18,69135 **	0,00002 NS	12,07002 **	0,00015 NS	0,01307 NS
FA d/S4	1	23,54801 **	0,00075 NS	2,33201 **	0,00025 NS	0,28521 **
MISTURA d/B1 d/S4	1	5,13375 **	0,00060 NS	1,32540 **	0,00002 NS	0,03604 **
MISTURA d/B2 d/S4	1	4,20007 **	0,00120 NS	1,10082 **	0,00004 NS	0,06100 **
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	14,55423 **	0,00014 NS	6,40934 **	0,00071 NS	0,05290 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	7,33445 **	0,00027 NS	3,60014 **	0,00056 NS	0,04500 **
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S4	1	2,81535 **	0,00002 NS	1,87042 **	0,00027 NS	0,00960 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	13,14063 **	0,00340 NS	7,42562 **	0,00001 NS	0,05522 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	7,37280 **	0,00009 NS	3,53780 **	0,00001 NS	0,04805 **
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S4	1	2,64007 **	0,00007 NS	1,83707 **	0,00015 NS	0,00735 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	14,45267 **	0,00003 NS	5,25174 **	0,00018 NS	0,03803 **
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	9,34561 **	0,00020 NS	2,06722 **	0,00001 NS	0,04205 **
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S4	1	3,30042 **	0,00007 NS	1,56060 **	0,00015 NS	0,01215 NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	13,65303 **	0,00001 NS	6,19180 **	0,00007 NS	0,06418 **
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	9,07380 **	0,00002 NS	3,29389 **	0,00014 NS	0,03556 **
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S4	1	2,91207 **	0,00060 NS	1,74960 **	0,00042 NS	0,00960 NS
Resíduo	126	0,29254	0,00195	0,12919	0,00036	0,00480
CV (%)		6,42	7,21	4,73	20,75	4,16

** significativo a 1%, * significativo a 5% e NS não-significativo.

Quadro 17A - Análise de variância dos dados de cátions trocáveis de 5-10 cm dos solos S1, S3 e S4, para magnésio (Mg^{+2}), em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		Mg^{+2}	
Blocos	2	0,00117	NS
Solos	2	35,58313	**
FA d/S1	1	0,00001	NS
MISTURA d/B1 d/S1	1	0,00020	NS
MISTURA d/B2 d/S1	1	0,00034	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	0,00004	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S1	1	0,00036	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S1	1	0,00167	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	0,00174	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S1	1	0,00067	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S1	1	0,00015	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	0,00018	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S1	1	0,00294	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S1	1	0,00015	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	0,00002	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S1	1	0,00180	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S1	1	0,00007	NS
FA d/S3	1	0,00013	NS
MISTURA d/B1 d/S3	1	0,00120	NS
MISTURA d/B2 d/S3	1	0,00034	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,00000	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S3	1	0,00161	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S3	1	0,00015	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,00010	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S3	1	0,00020	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S3	1	0,00027	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,00000	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S3	1	0,00027	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S3	1	0,00202	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,00090	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S3	1	0,00005	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S3	1	0,00042	NS
FA d/S4	1	0,00152	NS
MISTURA d/B1 d/S4	1	0,00000	NS
MISTURA d/B2 d/S4	1	0,00007	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,00188	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S4	1	0,00094	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S4	1	0,00042	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,00007	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S4	1	0,00027	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S4	1	0,00135	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	0,00303	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S4	1	0,00125	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S4	1	0,00015	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	0,00080	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S4	1	0,00067	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S4	1	0,00042	NS
Resíduo	94	0,01224	
CV (%)		5,26	

** significativo a 1%, * significativo a 5% , ° significativo a 10% e NS não-significativo.

Quadro 18A - Análise de variância dos dados de cátions trocáveis de 5-10 cm do solo S2, para magnésio (Mg^{+2}), em relação à forma da aplicação dos corretivos (FA), na superfície (B1), incorporado (B2), mistura C1 (100% de gesso + 0,00% de calcário) e mistura C2 (80% de gesso + 20% de calcário), em função dos diâmetros do gesso, G1 (2-1 mm), G2 (1-0,5 mm), G3 (0,5-0,3 mm) e G4 (< 0,3 mm)

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO	
		Mg^{+2}	
Blocos	2	0,00959	NS
Solos			
FA d/S2	1	0,00017	NS
MISTURA d/B1 d/S2	1	0,00034	NS
MISTURA d/B2 d/S2	1	0,00015	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	0,00100	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B1 d/S2	1	0,00056	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B1 d/S2	1	0,00027	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	0,00188	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B1 d/S2	1	0,00014	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B1 d/S2	1	0,00042	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	0,00134	NS
G2 vs (G3+G4) d/C1 d/B2 d/S2	1	0,00094	NS
G3 vs G4 d/C1 d/B2 d/S2	1	0,00002	NS
G1 vs (G2+G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	0,00160	NS
G2 vs (G3+G4) d/C2 d/B2 d/S2	1	0,00045	NS
G3 vs G4 d/C2 d/B2 d/S2	1	0,00082	NS
Resíduo	30	0,00963	
CV (%)		4,65	

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ° significativo a 10% e NS não-significativo.

APÊNDICE B

APÊNDICE 1B

PROJETO – REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NOS PERÍMETROS IRRIGADOS DO DNOCS EM PERNAMBUCO

PERFIL – 01

CLASSIFICAÇÃO – SOLO ALUVIAL Ta EUTRÓFICO Solódico A fraco textura argilosa/media/arenosa fase caatinga de várzea relevo plano.

DATA – 10.03.98

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E ESTADO – Lote 15 do perímetro irrigado do DNOCS, Custódia – PE.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada próximo ao canal de drenagem em planície aluvial (0-2,5%), sob plantio de bananeiras.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Sedimento aluviais. Holoceno.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimento argilo-arenoso.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga de várzea.

USO ATUAL – Cultivo de banana.

CLIMA – BSw'h' da classificação de Köppen. 4aTh da classificação Gaussen.

DESCRITO E COLETADO POR – M. R. Ribeiro e J. F. W. F. De Lima.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

AP – 0-15 cm; bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido); franco-argilosa; fraca média blocos subangulares; extremamente dura, firme, plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

C₁ – 15-45 cm; bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido); franco-argilosa; fraca média a grande blocos subangulares; extremamente dura, muito firme, plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

C₂ – 45-98 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido), franco-argilosa; fraca pequena a média blocos subangulares; muito dura, firme, plástica e muito pegajosa; transição abrupta a plana.

2C₃ – 98-130 cm; bruno-escuro (10YR 3/3, úmido); franco-arenosa; maciça moderadamente coesa; muito dura, friável e firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

3C₄ – 130-160 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); franco-arenosa; maciça moderadamente coesa; muito dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.

4C₅ – 160-210 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); areia; maciça pouco coesa; ligeiramente dura; não plástica e não pegajosa.

RAÍZES – Muitas no Ap; comuns no C₁; poucas no C₂; raras em 2C₃, 3C₄ e 4C₅.

OBSERVAÇÃO – 1. Poucos poros em Ap, C₁ e C₂; muitos em 2C₃, 3C₄ e 4C₅.

Análises Físicas e Químicas

Perfil – 01

Solo: SOLO ALUVIAL Ta Eutrófico Solódico A fraco textura argilosa/média/arenosa fase caatinga de várzea relevo plano

Horizontes	Frações de amostra total (%)	Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa com água (g/kg ¹)	Grau de flocculação (%)	Relação silte argila	Densidade (g/cm ³)		Porosidade (%)			
		Calhaus >20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2 mm				Areia fina 0,2-0,05 mm	silte 0,05-0,002 mm		Argila <0,002 mm	global	partículas
Ap	0-15	0	0	100	79	174	385	361	249	31	1,07	1,62	2,52	36
C ₁	15-45	0	0	100	116	143	385	356	269	24	1,08	1,58	2,53	38
C ₂	45-98	0	0	100	92	192	390	326	239	27	1,20	1,45	2,52	42
2C ₃	98-130	0	0	100	123	546	180	151	104	31	1,19	1,39	2,62	47
3C ₄	130-160	0	0	100	118	481	220	181	104	42	1,22	1,35	2,67	49
4C ₅	160-210	0	0	100	735	186	0	79	19	76	0,00	1,37	2,60	47

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _e /kg)								Valor V (saturação de bases) (%)	100Al ⁺⁺⁺ S+Al ⁼⁼⁼ (%)	100Na ⁺ T (%)
	Água	KCl 1N	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	Valor T (soma)			
Ap	8,2	7,0	12,5	5,4	1,63	3,02	22,6	0,0	0,0	22,6	100	0	13
C ₁	8,1	6,7	13,1	5,2	1,15	3,01	22,5	0,0	0,0	22,5	100	0	13
C ₂	7,8	6,3	13,3	3,3	0,69	2,31	19,6	0,0	0,0	19,6	100	0	12
2C ₃	8,1	6,2	5,8	1,4	0,41	0,80	8,4	0,0	0,0	8,4	100	0	10
3C ₄	8,0	6,0	7,7	1,8	0,48	0,98	11,0	0,0	0,0	11,0	100	0	9
4C ₅	8,2	6,2	1,8	0,3	0,20	0,62	2,9	0,0	0,0	2,9	100	0	21

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	C (orgânico) g/dm ³	N g/dm ³	C N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (%)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂				
Ap	66	5,20	1,10	4,73	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₁	59	3,80	0,90	4,22	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₂	56	2,60	0,60	4,33	-	-	-	-	-	-	-	-
2C ₃	63	0,90	0,20	4,50	-	-	-	-	-	-	-	-
3C ₄	63	1,00	0,30	3,33	-	-	-	-	-	-	-	-
4C ₅	46	0,40	0,10	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-

Horizontes	Pasta saturada									RAS	Constantes Hídricas (%)			Condutividade hidráulica (cm/h)
	pH	C.E. do extrato dS/m 25°C	Umidade (%)	mmol _e /L							pH	C.E. do extrato dS/m 25°C	Umidade (%)	
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻					
Ap	9,3	2,0		6,2	3,4	0,3	9,5	0,7	3,0	4	24	12	12	0,0
C ₁	9,0	1,7		4,8	2,4	0,2	7,8	0,2	2,2	4	24	12	12	0,0
C ₂	7,9	1,6		5,1	1,7	0,1	6,7	0,0	0,5	4	22	11	12	0,0
2C ₃	5,6	0,6		1,4	0,6	0,2	3,3	0,0	0,1	3	8	4	4	2,3
3C ₄	7,3	0,6		1,6	0,5	0,1	3,3	0,0	0,3	3	12	6	6	0,8
4C ₅	5,0	0,4		0,6	0,3	0,2	2,1	0,0	0,1	3	3	2	1	58,8

APÊNDICE 2B

PROJETO – REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NOS PERÍMETROS IRRIGADOS DO DNOCS EM PERNAMBUCO

PERFIL – 02

CLASSIFICAÇÃO – SOLO ALUVIAL Ta EUTRÓFICO Salino-Sódico A fraco textura media/arenosa fase caatinga de várzea relevo plano.

DATA – 10.03.98

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E ESTADO – Lote 16 do perímetro irrigado do DNOCS, Custódia – PE.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira aberta em planície aluvial (0-2,5%), sob plantio de bananeiras.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Sedimento aluviais. Holoceno.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimento argilosos e arenosos.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano com suaves depressões.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga de várzea.

USO ATUAL – Campo secundário.

CLIMA – BSw'h' da classificação de Köppen. 4aTh da classificação Gausson.

DESCRITO E COLETADO POR – M. R. Ribeiro e J. F. W. F. De Lima.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

AP – 0-15 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido); franca; fraca pequena a média blocos subangulares; muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

C₁ – 15-50 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 3/2, úmido); franco-argiloarenosa; fraca média a grande prismática, composta de fraca média a grande blocos subangulares e angulares; extremamente dura, muito firme, plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

C₂ – 50-105 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido); franca; fraca pequena a média blocos subangulares e angulares; muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição abrupta a plana.

2C₃ – 105-138 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido); areia-franca; maciça moderadamente coesa; ligeiramente dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana.

3C₄ – 138-155 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); franco-arenosa; maciça moderadamente coesa; dura, muito friável a friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.

4C₅ – 155-200 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido); areia; maciça pouco coesa; solta a ligeiramente dura; solta a muito friável; não plástica e não pegajosa.

RAÍZES – Muitas em Ap e C₁; comuns em C₂ e 2C₃; poucas 3C₄ e 4C₅.

OBSERVAÇÃO – 1. Poucos poros em Ap, C₁ e C₂; muitos em 2C₃, 3C₄ e 4C₅.

Análises Físicas e Químicas

Perfil – 02

Solo: SOLO ALUVIAL Ta EUTRÓFICO Salino-Sódico A fraco textura média/arenosa fase caatinga de várzea relevo plano

Símbolo	Horizontes	Profundidade (cm)	Frações de amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa com água (g/kg)	Grau de floculação (%)	Relação silte argila	Densidade (g/cm ³)		Porosidade (%)
			Calhaus >20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm				global	partículas	
Ap	0-15	0	0	100	118	322	330	231	99	57	1,43	1,65	2,46	33	
C ₁	15-50	0	0	100	98	396	265	241	129	46	1,10	1,66	2,55	35	
C ₂	50-105	0	0	100	88	376	310	226	149	34	1,37	1,33	2,63	49	
2C ₃	105-138	0	0	100	88	451	80	91	49	46	0,88	1,36	2,64	48	
3C ₄	138-150	0	0	100	207	533	140	121	79	35	1,16	1,35	2,65	49	
4C ₅	150-200+	0	4	96	862	67	30	41	9	78	0,73	1,54	2,67	42	

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _e /kg)								Valor V (saturação de bases) (%)	100Al ⁺⁺⁺ S+Al ⁼⁼⁼ (%)	100Na ⁺ T (%)
	Água	KCl 1N	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	Valor T (soma)			
Ap	7,5	6,7	8,1	3,7	2,23	1,83	15,9	0,0	0,0	15,9	100	0	13
C ₁	8,8	7,5	7,6	3,2	0,48	6,56	17,8	0,0	0,0	17,8	100	0	13
C ₂	8,2	6,9	8,1	3,7	0,34	6,87	19,0	0,0	0,0	19,0	100	0	12
2C ₃	7,6	6,4	3,2	1,4	0,28	1,40	6,3	0,0	0,0	6,3	100	0	10
3C ₄	8,1	6,3	3,9	0,5	0,36	1,45	6,2	0,0	0,0	6,2	100	0	9
4C ₅	8,2	6,4	1,2	0,2	0,20	0,56	2,2	0,0	0,0	2,2	100	0	21

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	C (orgânico) g/dm ³	N g/dm ³	C N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (%)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂				
Ap	71	3,80	0,80	4,75	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₁	51	1,60	0,40	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₂	57	1,40	0,40	3,50	-	-	-	-	-	-	-	-
2C ₃	53	0,50	0,20	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-
3C ₄	62	0,60	0,20	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-
4C ₅	41	0,20	0,10	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-

Horizontes	Pasta saturada									RAS	Constantes Hídricas (%)			Condutividade hidráulica (cm/h)
	pH	C.E. do extrato dS/m 25°C	Umidade (%)	mmol _e /L					pH		C.E. do extrato dS/m 25°C	Umidade (%)		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CO ₃ ⁻					HCO ₃ ⁻	
Ap	8,7	3,2		12,3	7,7	1,5	10,5	0,2	3,6	3	15	7	8	0,0
C ₁	9,0	4,1		6,8	4,3	0,2	29,0	0,2	1,8	12	17	8	9	0,0
C ₂	7,7	6,7		17,4	12,3	0,2	37,5	0,0	0,6	10	16	7	9	0,0
2C ₃	6,5	2,9		9,8	6,2	0,2	10,4	0,0	0,1	4	5	3	2	17,0
3C ₄	6,8	1,4		2,2	1,7	0,2	7,8	0,0	0,2	6	8	4	4	1,4
4C ₅	5,8	0,4		0,5	0,4	0,2	2,7	0,0	0,2	4	2	1	1	115,0

APÊNDICE 3B

PROJETO – REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NOS PERÍMETROS IRRIGADOS DO DNOCS EM PERNAMBUCO

PERFIL – 03

CLASSIFICAÇÃO – SOLO ALUVIAL Ta EUTRÓFICO Sódico A fraco textura media fase caatinga de várzea relevo plano.

DATA – 11.03.98

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E ESTADO – Lote 17 do perímetro irrigado do DNOCS, Custódia – PE.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira aberta em planície aluvial (0-2,5%), sob campo secundário.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Sedimento aluviais. Holoceno.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimento argilo-arenoso.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano, com suaves depressões.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga de várzea.

USO ATUAL – Campo secundário em local de antiga cultura de milho.

CLIMA – BSw'h' da classificação de Köppen. 4aTh da classificação Gaussen.

DESCRITO E COLETADO POR – M. R. Ribeiro e J. F. W. F. De Lima.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

AP – 0-15 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido); franco-argiloarenosa; fraca pequena a grande blocos subangulares; muito dura a extremamente dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.

C₁ – 15-60 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); mosqueado comum pequeno e distinto bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido); franco-argiloarenosa; fraca muito grande prismática, composta de fraca muito grande blocos angulares; extremamente dura, muito firme, ligeiramente plástica e muito pegajosa; transição abrupta e plana.

2C₂ – 60-72 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), mosqueado comum pequeno e distinto bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido); franco-arenosa; maciça moderadamente coesa; dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e plana.

3C₃ – 72-90 cm; cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido); franco-argiloarenosa; fraca muito grande blocos angulares; extremamente dura, extremamente firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

4C₄ – 90-120 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 5/2, úmido); franco-argiloarenosa; maciça coesa; extremamente dura, muito firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

5C₅ – 120-185 cm; bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido); franco-argiloarenosa; maciça; extremamente dura, muito firme, plástica e pegajosa.

RAÍZES – Comuns no Ap; poucas no C₁; raras em 2C₂ e 3C₃; ausentes em 4C₄ e 5C₅.

OBSERVAÇÃO – 1. Muitos poros no Ap; poucos no C₁; muitos no 2C₂; poucos no 3C₃; comuns no 4C₄; poucos no 5C₅.

Análises Físicas e Químicas

Perfil – 03

Solo: SOLO ALUVIAL Ta EUTRÓFICO Sódico A fraco textura média fase caatinga de várzea relevo plano

Horizontes	Frações de amostra total (%)	Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa com água (g/kg)	Grau de floculação (%)	Relação silte argila	Densidade (g/cm ³)		Porosidade (%)			
		Calhaus >20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2 mm				Areia fina 0,2-0,05 mm	silte 0,05-0,002 mm		Argila <0,002 mm	global	partícula
Ap	0-15	0	1	99	181	408	230	181	99	45	1,27	1,64	2,60	37
C	15-60	0	0	100	157	482	175	186	99	47	0,94	1,61	2,65	39
2C ₂	60-72	0	0	100	334	435	140	91	39	57	1,54	1,55	2,69	42
3C ₃	72-90	0	0	100	147	371	276	206	129	37	1,34	1,90	2,60	27
4C ₄	90-120	0	1	99	324	255	270	151	99	34	1,79	1,39	2,57	46
5C ₅	120-185+	0	2	98	294	215	180	311	269	13	0,58	1,93	2,65	27

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _e /kg)								Valor V (saturação de bases) (%)	100Al ⁺⁺⁺ S+Al ⁼⁼⁼ (%)	100Na ⁺ T (%)
	Água	KCl 1N	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	Valor T (soma)			
Ap	6,4	5,7	5,6	3,0	1,34	0,59	10,5	0,0	1,4	11,9	88	0	5
C ₁	7,7	5,7	5,2	2,0	0,39	1,08	8,6	0,0	0,0	8,6	100	0	13
2C ₂	8,4	6,0	2,8	0,8	0,26	0,95	4,8	0,0	0,0	4,8	100	0	20
3C ₃	8,4	6,1	5,3	3,8	0,47	3,97	13,5	0,0	0,0	13,5	100	0	29
4C ₄	9,3	6,2	3,6	2,2	0,42	4,05	10,2	0,0	0,0	10,2	100	0	40
5C ₅	9,6	7,5	2,3	1,9	0,61	16,4	21,2	0,0	0,0	21,2	100	0	77

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	C (orgânico) g/dm ³	N g/dm ³	C N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (%)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂				
Ap	37	5,30	1,10	4,82	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₁	40	0,90	0,30	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-
2C ₂	42	0,40	0,20	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-
3C ₃	57	0,90	0,20	4,50	-	-	-	-	-	-	-	-
4C ₄	45	0,60	0,20	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-
5C ₅	45	0,50	0,20	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-

Horizontes	Pasta saturada									RAS	Constantes Hídricas (%)			Condutividade hidráulica (cm/h)
	pH	C.E. do extrato dS/m 25°C	Umidade (%)	mmol _e /L					pH		C.E. do extrato dS/m 25°C	Umidade (%)		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CO ₃ ⁻					HCO ₃ ⁻	
Ap	8,5	1,4		6,6	5,5	0,8	1,8	0,1	2,9	1	12	6	6	1,5
C ₁	8,0	0,7		1,4	1,0	0,2	3,9	0,0	0,9	4	10	5	5	1,1
2C ₂	7,6	0,4		0,4	0,5	0,2	2,9	0,0	0,9	4	6	3	3	1,3
3C ₃	8,4	1,8		1,8	1,6	0,1	12,6	0,0	0,9	10	16	7	9	0,0
4C ₄	9,2	1,9		1,1	1,0	0,2	15,3	0,3	3,2	15	12	5	7	0,0
5C ₅	8,9	1,8		0,2	0,6	0,4	17,2	0,3	6,2	29	25	12	13	0,0