

# **Nutrição Mineral e a Utilização de Resíduos de Rochas Ornamentais**

**Ramires Ventura Machado**

Bolsista de Iniciação Científica, Agronomia, UFES

**Roberto Carlos da Conceição Ribeiro**

Orientador, Profº Eng. Químico, D. Sc.

**Felipe Vaz Andrade**

Co-orientador, Profº Eng. Agrônomo, D. Sc.

## **Resumo**

O presente trabalho visa avaliar a possibilidade do emprego de resíduos de rochas ornamentais na correção da acidez e adubação do solo, avaliando seu efeito na elevação dos valores de pH do solo, e na disponibilidade de nutrientes para o cafeeiro e mamoneira este para a produção de biocombustíveis contribuindo assim para a valorização econômica da indústria de rochas ornamentais e diminuindo a queima de combustíveis fósseis. Para isso estão sendo feitos experimentos em casa de vegetação com dois tipos de solos dois tipos de corretivos e em cinco doses diferentes, que por meio de análises estatística mostrou que de uma maneira geral os resíduos de rochas ornamentais tiveram um resultado semelhante ao do calcário na nutrição do cafeeiro, mostrando possibilidade de ser aplicado na agricultura como corretivo da acidez e como fonte de nutrientes as plantas principalmente cálcio e magnésio.

## **1. Introdução**

O Espírito Santo é líder na produção de rochas ornamentais no País, com cerca de 2,7 milhões de toneladas/ano, representando 52,3% do total das exportações brasileiras de rochas ornamentais em 2003. A cadeia produtiva da indústria de rochas ornamentais tem uma grande importância econômica no Estado. Em consequência disso, uma quantidade vultosa de resíduos é gerada tomando seu destino final um problema ambiental de grandes proporções. Em solos tropicais para que os fertilizantes aplicados tenham maior eficiência, é necessária à correção da acidez do solo, que há muito tempo vem sendo feita com o uso do calcário. Entretanto, existem materiais corretivos alternativos, como o pó oriundo do corte de rochas ornamentais (R.O.) que possuem potencial de utilização como corretivos da acidez do solo, com a possibilidade de fornecer um destino viável a esses resíduos.

### **1.1. A cultura do café**

O café é considerado uma das mais importantes commodities agrícolas do mercado mundial, é o segundo maior gerador de riquezas do planeta, constituindo-se em um mercado gigantesco, perdendo apenas para o petróleo. A cafeicultura é uma importante atividade econômica social para pequenos e médios agricultores gerando riquezas e divisas no país, sendo assim o Brasil se destaca como maior produtor e consumidor de café do mundo, e o Estado do Espírito Santo como segundo maior produtor. Em diversos trabalhos, é evidenciada a

exigência do cafeeiro pelos elementos cálcio e magnésio que são, respectivamente, o terceiro e o quarto nutrientes mais absorvidos pelo cafeeiro em produção. Deste modo, torna-se importante e imprescindível a correção da acidez dos solos para que os fertilizantes aplicados tenham a máxima eficiência.

## **1.2. Biocombustíveis**

Preocupada com o meio ambiente, a população mundial tem exigido cada vez mais a utilização de fontes de energia renováveis e não poluidoras passíveis de substituir os derivados de petróleo, os quais têm predominado ao longo dos anos como a principal fonte energética. Neste contexto, as oleaginosas vêm despontando com grande potencial na produção de óleo, com destaque para a mamoneira. A mamona, devido a sua múltipla aplicação industrial tem se destacado como uma das principais alternativas para atender o Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel. O Estado do Espírito Santo, não é um produtor tradicional de oleaginosas no Brasil. Mas possui perfil altamente promissor na capacidade de produção dos biocombustíveis, em função: de sua biodiversidade agro-climática e de unidades naturais; e, de ter uma estrutura fundiária baseada na Agricultura Familiar.

## **2. Objetivos**

O presente trabalho tem como objetivo estudar a aplicação de resíduos oriundos do corte de rochas ornamentais como corretivos da acidez do solo e, ou como fontes de nutrientes para a planta de Café e de Mamona.

## **3. Experimental**

Foram utilizadas amostras sub-superficiais (20 - 40 cm) de dois Latossolos (Latossolo Vermelho - LV e Latossolo Vermelho- Amarelo - LVA) coletado na cidade de Alegre - ES. Os resíduos são oriundos de tanques de decantação de serrarias de rochas ornamentais da região de Cachoeiro de Itapemirim – ES.

## **4. Experimento com Planta**

Este experimento seguiu um esquema fatorial 2x2x5 em que os fatores em estudo foram: dois solos (LV e LVA); dois tipos de corretivo (calcário e resíduo de rocha) e cinco doses dos corretivos (0; 30; 60; 90; 120% da necessidade de calagem), com três repetições. As doses dos corretivos foram determinadas de acordo com Prezoti et al. (2007), a partir de prévia caracterização química dos solos (EMBRAPA, 1997).

Amostras de 10 dm<sup>3</sup> de terra fina seca ao ar (TFSA) do solo foram acondicionadas e homogeneizadas em sacos plásticos onde se realizou a aplicação dos corretivos, nas diferentes doses, sendo as amostras de solo umedecidas até atingir 60% do Volume Total de Poros (VTP), de acordo com Freire et al. (1980), e incubados durante 30 dias. Após este período, as amostras de solos foram secas e destorroadas (TFSA) para montagem do experimento.

Foi plantada uma muda de café arábica por vaso, constituindo uma unidade experimental. A adubação (NPK e micronutrientes) foi realizada para experimentos conduzidos em casa de vegetação, de acordo com Novaes et al. (1991). O experimento foi conduzido por 150 dias, após o plantio. Ao fim deste período, as plantas foram coletadas, seccionadas a cerca de 1 cm do solo, e em seguida acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 – 72 oC, quando se determinou o peso da matéria seca (MS). Foi avaliada a produção de matéria seca da parte aérea (folha e caule); teores de fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) da parte aérea. Imediatamente após o corte das plantas, o solo de cada vaso foi seco ao ar, homogeneizado e passado em peneira de 2 mm, procedendo-se as seguintes análises: pH em água, cálcio, magnésio, conforme EMBRAPA (1997), buscando verificar as possíveis variações químicas e físico-químicas que ocorreram nos solos em função dos tratamentos aplicados. Para determinação dos teores de fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) da parte aérea o material vegetal seco e moído foi submetido à digestão nitroperclórica. O P foi determinado pelo método de redução do fosfomolibdato pela vitamina C, modificado por Braga & Defelipo (1974). As determinações de Ca, Mg, tanto para as plantas como para os solos foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica.

Experimento semelhante esta sendo conduzido em casa de vegetação com plantas de mamoneira para avaliação do potencial nutricional dos resíduos de rochas ornamentais para a produção de biocombustível.

## 5. Resultados e Discussão

A Tabela 1 mostra a composição elementar encontrada no resíduo de rocha e no calcário, chamando a atenção para as quantidades de óxido de cálcio e óxido magnésio presente nos materiais.

Tabela 1 - Composição do calcário e dos resíduos de rocha

Corretivos	Composição Elementar							PN	PRNT
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O		
	-----dag.kg <sup>-1</sup> -----							---- (%) ----	
Calcário	----	39,00	----	14,00	----	----	----	104,50	99,70
Resíduos de rocha	2,17	40,10	1,03	12,40	----	9,50	0,49	88,32	84,99

PN - poder de neutralização; PRNT – poder relativo de neutralização total.

A produção de matéria seca e concentração de nutrientes na planta e no solo, em função dos diferentes corretivos e doses aplicadas, dentro do LV e do LVA, estão apresentados na tabela 2. De uma maneira geral não foram observadas diferenças significativas para a produção de matéria seca total (MS), matéria seca do caule (MSC) e matéria seca da folha (MSF) do cafeeiro, em função do tipo de corretivo estudado.

Estes resultados reforçam a possibilidade da utilização dos resíduos de rochas ornamentais como corretivos alternativos para a correção da acidez do solo, e ainda possibilitando a valorização econômica da indústria de rochas ornamentais transformando resíduos em subprodutos conforme citado por Machado et al. (2008). Em relação à concentração de nutrientes na planta e no solo, observou-se que, ao final dos 150 dias de duração do experimento, para os solos estudados, diferenças significativas na concentração de magnésio no solo (MGS) e na planta (MGF e MGC), com valores superiores quando da utilização dos resíduos de rocha frente ao calcário,

para o LV. Para o LVA não houve diferenças significativas entre os corretivos para as variáveis analisadas. Este fato demonstra a possibilidade de utilização dos resíduos de rocha como corretivo da acidez do solo e como fonte de Ca e Mg para as plantas, à medida que, para este estudo, de maneira geral não foi observadas diferenças significativas em relação ao calcário, e quando encontradas o resíduo apresentou valores superiores e significativos.

Tabela 2 - Produção de matéria seca e concentração de nutrientes na planta e no solo em função dos diferentes corretivos utilizados e doses aplicadas para o LV e o LVA

	LV		LVA	
	Calcário	Resíduos de rocha	Calcário	Resíduos de rocha
	-----g vaso <sup>-1</sup> -----			
MS	30,68b	34,57a	34,96a	37,89a
MSF	21,50b	24,35a	22,99a	24,68a
MSC	9,18a	10,22a	11,98b	13,22a
	-----g.kg <sup>-1</sup> -----			
PC	2,68a	2,88a	2,71a	2,92a
PF	4,05a	4,09a	4,05a	3,90a
CAC	6,82a	7,04a	6,93a	7,13a
CAF	14,45a	14,07a	14,67a	13,79a
MGC	1,87b	2,24a	1,57a	1,45a
MGF	3,70b	4,09a	3,39a	3,43a
	-----cmolc.dm <sup>-3</sup> -----			
CAS	1,77a	1,56a	1,53a	1,39a
MGS	0,66b	1,06a	0,54b	0,64a

LV-Latossolo Vermelho; LVA-Latossolo Vermelho-Amarelo; MS-matéria seca total; MSF-matéria seca na folha; MSC-matéria seca no caule; PC- teor de fósforo no caule; PF- teor de fósforo na folha; CAC- teor de cálcio no caule; CAF- teor de cálcio na folha; MGC- teor de magnésio no caule; MGF- teor de magnésio na folha; CAS- teor de cálcio no solo; MGS- teor de magnésio no solo; significativo 5% pelo teste F.

O incremento de produção de matéria seca (MS) observado para o LV, quando da utilização dos resíduos de rocha pode ser explicado com o aumento significativo no teor de magnésio no solo e consequentemente na planta. À medida que o resíduo de rocha possui relação Ca:Mg de 3:1 (Tabela 1), relação ideal para a nutrição do cafeeiro, propicia um melhor desenvolvimento das plantas frente a estes nutrientes. O magnésio está presente na molécula de clorofila e também atua como ativador de enzimas, o que propicia melhor nutrição da planta, além de ser um carreador de fósforo (Malavolta, 1980). Para o LVA não foi observado este comportamento, possivelmente em função de seu maior teor de matéria orgânica, que acarreta maior efeito tampão, que se refere à resistência que tem o solo para variar a quantidade de uma determinada característica (p.e quantidade de nutriente em solução).

Baldotto et al. (2007) trabalhando com resíduo de mármore (CaO = 38,7 dag.kg<sup>-1</sup> e MgO = 2,10 dag.kg<sup>-1</sup>) para a cultura do milho, não encontraram diferenças significativas para MS, Ca e Mg na planta. Este resultado estar relacionado às características dos resíduos utilizado como exemplo, a relação Ca:Mg, a eficiência relativa, a granulometria dos resíduos, entre outros. Isso implica que, para a comparação de estudos que dessa natureza é necessário uma previa caracterização do material, para melhor interpretação dos dados.

Os teores de Mg disponível no solo (MGS) apresentaram valores superiores e significativos para o resíduo de rocha frente ao calcário, para ambos os solos estudados. Este fato está relacionado a maior quantidade de Mg no resíduo utilizado (Tabela 1), o que acarretou maior disponibilidade na solução do solo. Esta maior disponibilidade no solo proporcionou maior teor de Mg na planta (MGC e MGF), para o LV. Para o LVA, em função de seu maior poder tampão, conforme comentado anteriormente, este fato não foi observado (Tabela 2).

Não foram encontradas diferenças significativas para os valores de Ca no solo (CAS) e na planta (CAC e CAF), para ambos os solos estudados, o que pode estar associado à similaridade da composição química destes corretivos quanto à presença deste elemento (Tabela 1), demonstrando a existência de semelhança na disponibilidade do Ca quando se comparam o calcário e o resíduo de rocha. Resultados semelhantes foram encontrados para o fósforo.

Os resultados demonstraram que existe diferença significativa entre as doses de corretivo usadas no experimento para o cálcio na folha (CAF) conforme figura 1.

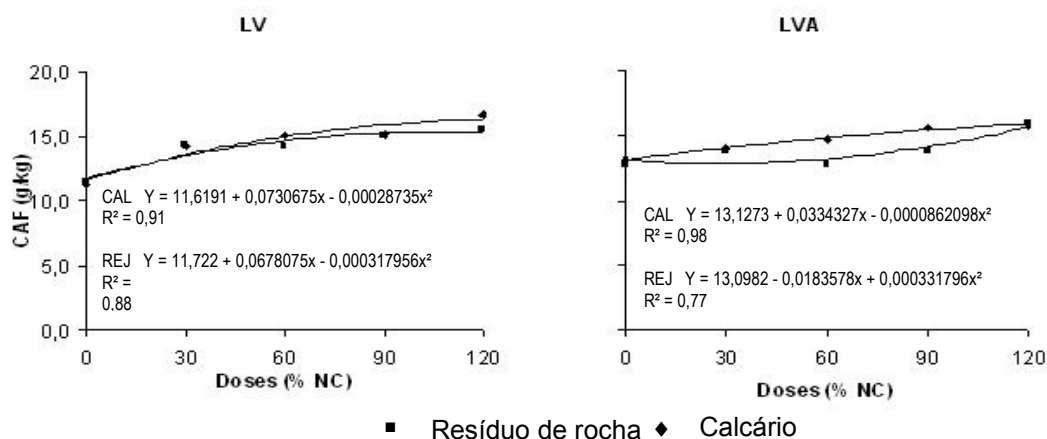


Figura 1 - Cálcio na folha (CAF) do cafeeiro sob aplicação de calcário (CAL) e resíduo de rocha (REJ).

A aplicação de diferentes doses de resíduo de rocha no LV promoveu um aumento do teor de magnésio na folha (MGF) até a dose de 81,4% da NC (Figura 2), as concentrações de MGF foram maiores com a aplicação de resíduo de rocha do que com a aplicação de calcário, devido ao maior teor de óxido de magnésio (MgO) contido no resíduo conforme tabela 1. No LV, quando o corretivo utilizado foi o calcário, houve ajuste de modelo de regressão com coeficiente significativo para os teores de MGF, com incremento dos teores de Mg com o aumento das doses deste corretivo aplicadas. Para a concentração de magnésio na folha (MGF), o uso do calcário e dos resíduos de rocha provocou aumento crescente de seus valores de acordo com as doses utilizadas (Figura 2). A concentração de magnésio encontrada nas folhas da planta (café arábica) é considerada adequada para a concentração desse elemento, que segundo Prezoti et al. (2007) deve compreender valores entre 4 e 4,5 g.kg<sup>-1</sup>.

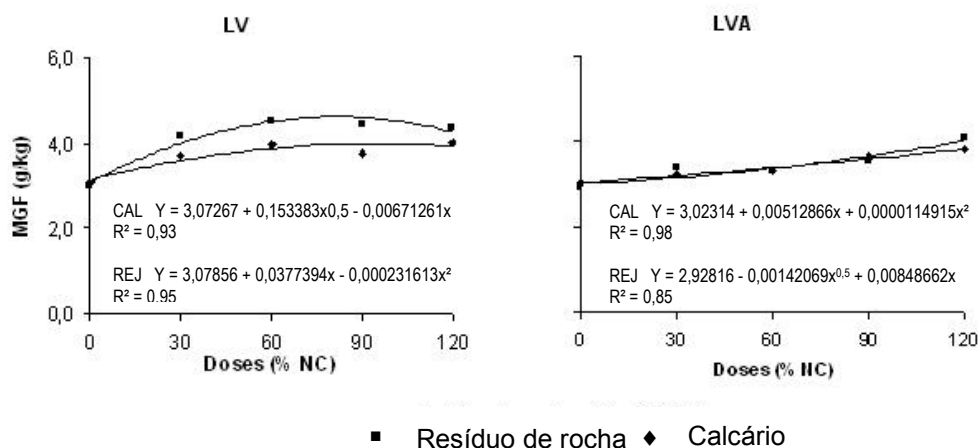


Figura 2 - Magnésio no caule (MGC) e magnésio na folha (MGF) do cafeeiro sob aplicação de calcário (CAL) e resíduo de rocha (REJ).

O cálcio no solo (CAS) apresentou aumento significativo para os resultados encontrados no LV e no LVA, porém, para ambos os solos esses valores obtidos foram maiores com o uso do calcário como corretivo. Em relação ao magnésio no solo (MGS), observa-se aumento de sua concentração com o uso do calcário e dos resíduos de rocha para o LV, com destaque para o resíduo de rocha que apresentou maiores resultados. Para o LVA, o uso de calcário e o uso de resíduo de rocha como corretivos demonstraram um aumento discreto dos teores de magnésio na solução do solo (Figura 3). Os aumentos de CAS e MGS para o LV quanto para o LVA se da devido a grande presença desses nutrientes nos corretivos utilizados como demonstrado na tabela 1.

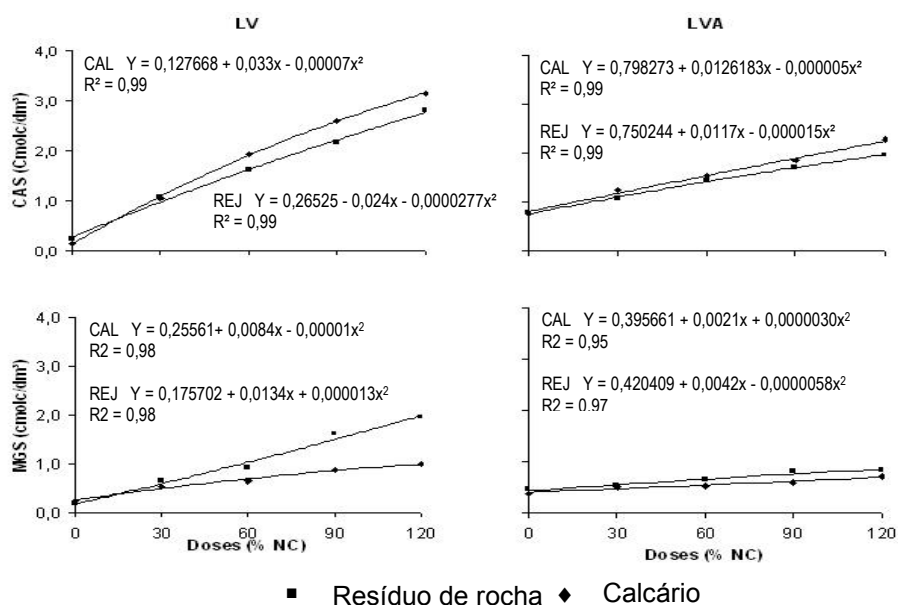


Figura 3 - Cálcio no solo (CAS) e magnésio no solo (MGS) sob aplicação de calcário (CAL) e resíduo de rocha (REJ).

## 6. Conclusão

Os resíduos de rochas ornamentais não apresentaram diferença frente ao calcário.

Os resíduos de rocha apresentam potencialidade para ser utilizados como fontes de Ca e Mg para as plantas e solo.

A utilização de resíduos de rochas ornamentais promoveu aumento na produção de matéria seca (MS) e dos teores de Ca e Mg no solo e na planta.

## 7. Agradecimento

Ao CNPQ pelo apoio financeiro, ao CETEM e ao CCAUFES pelo apoio técnico científico.

## 8. Referências Bibliográficas

BALDOTTO, MARIHUS ALTOÉ ; ASPIAZU, I. ; SILVA, A. P. ; CORREA, M. L. T. ; ALVAREZV, V. H. . **Potencialidade Agronômica dos resíduos de Rochas Ornamentais**. Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia, v. 3, p. 1-8, 2007.

BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. **Determinação espectrofotométrica e P em extratos de solo e material vegetal**. R. Ceres, 21:73-85, 1974.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Ministério da Agricultura e do abastecimento: Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.H. de. **Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras, MG**. Rev. Bras. Ci. Solo, Campinas, v.4, n.1, p.5-8, jan./abr. 1980.

MACHADO, R.V.; RIBEIRO, R.C.C. & ANDRADE, F.V. **Utilização de Rejeitos Oriundos do Corte de Rochas Ornamentais na Correção da Acidez e Adubação de Solos Tropicais**. Jornada de Iniciação Científica, 2008, Cetem, Rio de Janeiro, 2008.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**/ São Paulo, SP. Editora Agronômica Ceres Ltda, 1ª edição, 1980. 251p.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. & BARROS, N.F. **Ensaio em ambiente controlado**. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D. & LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. EMBRAPA-SAE, Brasília, 1991. p.189-254.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADATO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Espírito Santo – 5a aproximação**. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.