



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE**

**AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES QUÍMICAS DE SOLOS DE
CERRADO SOBRE DIFERENTES FONTES DE CALCÁRIO:
PROPOSTAS PARA ADUBAÇÃO DE ÁREAS DE PASTAGENS**

Acadêmica: Marinês Honorato Pinheiro

Orientador: Prof. Dr. Darlan Tavares Feitosa

Co-orientador: Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães

Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais e Saúde, da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Saúde.

**Goiânia - Goiás
2016**

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)
(Sistema de bibliotecas PUC Goiás)

P654a Pinheiro, Marinês Honorato
Avaliação de propriedades químicas de solos de Cerrado sobre diferentes fontes de calcário[manuscrito]: proposta para adubação de áreas de pastagens/ Marinês Honorato Pinheiro.-- 2016.
68 f.; 30 cm

Texto em português com resumo em inglês
Dissertação (mestrado) -- Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais e Saúde, Goiânia, 2016

Inclui referências f. 63-68

1. Química agrícola - Cerrados. 2. Solos - Composição. 3. Pastagens - Manejo - Cerrados. 4. Solos - Degradação - (subd. geog.). I. Feitosa, Darlan Tavares. II. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. III. Título.

CDU: 633.2(043)




DISSERTAÇÃO DO MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE
DEFENDIDA EM 31 DE MAIO DE 2016 E CONSIDERADA
APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:

1) 
Prof. Dr. Darlan Tavares Feitosa / PUC Goiás (Presidente)

2) _____
Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães / PUC Goiás (Coorientador)

3) 
Prof. Dr. Adelmo Golynski / IFG (Membro Externo)

4) 
Prof. Dr. Henrique Carlos Labaig / PUC Goiás (Membro)

5) 
Prof. Dr. Breno de Faria e Vasconcelos / PUC Goiás (Suplente)

Goiânia, 31 de maio de 2016

“Se um homem tiver alguma grandeza dentro de si, ela aparecerá não em momento espetacular, mas no registro do seu dia-a-dia.”

Beryl Markham

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais que me apoiaram especialmente a minha mãe, pelo incentivo na realização de mais uma etapa em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Pontifícia Universidade Católica de Goiás pelo Programa de Mestrado. Aos professores do Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável (MEPS/PUC-Go), inicialmente e principalmente aos Professores Doutores do Programa de Mestrado de Ciências Ambientais e Saúde (MCAS/PUC Goiás) pelos conhecimentos e sabedorias compartilhados, a fim de contribuir para nosso crescimento profissional.

Aos meus orientadores da PUC Goiás, Professor Dr. Darlan Tavares Feitosa (MCAS) e, sobretudo o Professor Dr. Roberto Toledo de Magalhães (MEPS) pela oportunidade, o apoio e o aprendizado adquiridos.

Ao técnico agrícola João Paulo do Nascimento Holanda, pela doação do calcário.

Ao Professor Dr. Breno de Faria e Vasconcellos/PUC Goiás, pelo aporte importante na análise estatística da pesquisa e a especial colaboração na qualificação e defesa.

Ao Professor Dr. Henrique Carlos Labaig/ PUC Goiás, pela honrada cooperação na qualificação e defesa.

Ao Professor Dr. Adelmo Golynski/Instituto Federal Campus-Morrinhos, pela honrosa colaboração na defesa.

Aos alunos do Curso de Zootecnia (Campus II/PUC Goiás), pelo auxílio e contribuição no laboratório.

Ao Arlindo Ferreira da Silva, Técnico de Apoio do Laboratório de Zootecnia pela atenção e colaboração.

Agradeço a Deus por guiar meus passos, meus caminhos em toda minha vida.

A todos mencionados acima, minha eterna gratidão.

RESUMO

O cerrado brasileiro, rico em fauna e flora, está atualmente ocupado, em sua grande extensão, por pastagens frequentemente sujeitas à degradação, devido ao manejo inadequado e às características dos solos dos Cerrados que apresentam altos teores de acidez (pH), toxicidade por alumínio e poucos nutrientes, reduzindo a produtividade das pastagens. Estes aspectos interferem diretamente na qualidade da forragem e, conseqüentemente, na produção de bovinos, uma vez que o estado de Goiás tem o 3º rebanho do país. Considerando que a adição do calcário ao solo, proporciona um aumento do pH, reduz o alumínio tóxico e fornece cálcio e magnésio necessários às plantas, a pesquisa tem como objetivo avaliar as propriedades químicas do solo do cerrado, por meio da mensuração do pH e da saturação por bases após a aplicação do calcário sólido e do calcário líquido. Em um latossolo vermelho distrófico, implantou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete repetições, com parcelas de 7m², para os calcários sólido, e calcário líquido. As avaliações químicas analisam três profundidades (0 - 5 cm, 5 -10 cm, 10 - 20 cm), em trinta, sessenta e noventa dias, com as respectivas condições pluviométricas. O calcário sólido se mostrou eficiente, principalmente na camada incorporada, aumentando o pH e a saturação por bases. O calcário líquido não respondeu às alterações químicas, para o cultivo de uma forrageira da espécie *Panicum maximum*. Concluiu-se que, nesta pesquisa, o calcário sólido efetuou a correção do solo, visando o manejo de pastagens.

Palavras-Chave: Cerrado. Pastagem Degradada. Calagem do Solo

ABSTRACT

The Brazilian cerrado, rich in fauna and flora, is currently busy in his great extension, often subject to degradation pastures due to inadequate management and soil characteristics of the Savannahs that have high acidity levels (pH), aluminum toxicity and few nutrients, reducing the productivity of pastures. These aspects interfere directly in forage quality and, consequently, in cattle breeding, since the state of Goiás has the third herd in the country. Whereas the addition of limestone to the soil, provides an increase in pH reduces toxic aluminum and provides calcium and magnesium necessary for the plants, the research aims to evaluate the chemical properties of cerrado soil, through the measurement of pH and base saturation after the application of solid and liquid limestone. In a dystrophic red latosol, was implemented an entirely randomized experimental design with seven replications with plots of 7m² to the solid limestone, and limestone and liquid. The chemical evaluations considered four depths (0 - 5 cm, 5 - 10 cm, 10 - 20 cm), at thirty, sixty and ninety days with the respective rainfall conditions. The solid limestone was efficient, especially in the embedded layer, increasing pH and base saturation. Net limestone did not respond to chemical changes, for growing a forage species *Panicum maximum*. It was concluded that, in this research, the solid limestone made the soil correction, seeking pasture management.

Key words: Cerrado. Degraded Pastures. Soil Liming

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	v
AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE SIGLAS	xiv
1 INTRODUÇÃO	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 Cerrado.....	19
2.2 Solos	25
2.2.1 Formação.....	25
2.2.2 Solos do Cerrado	26
2.2.2.1 Características Físicas.....	26
2.2.2.2 Características Químicas	27
2.2.2.2.1 Acidez Ativa e Potencial	27
2.2.2.2.2 Saturação por Bases	28
2.2.2.3 Causas da acidez do solo.....	29
2.2.2.4 Consequências da acidez do solo	29
2.2.2.5 Correção do solo.....	30
2.2.2.5.1 Calcário: origem, características e função.	30
2.2.2.5.2 Neutralização do pH e Alumínio.....	31
2.2.2.5.3 Calcário: Características	32
2.2.2.5.3.1 Granulometria	33
2.2.2.5.3.2 Neutralizante.....	34
2.2.2.5.3.3 Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT).....	35
2.2.2.5.4 Calcário: Aplicação	35
2.2.2.5.4.1 Forma	35

2.2.2.5.4.2 Quantidade	36
2.2.2.5.4.3 Época.....	37
2.2.2.5.4.4 Efeito residual	37
2.2.2.5.4.5 Frequência	37
2.2.2.5.4.6 Recomendação.....	37
2.2.2.5.4.6.1 Amostragem do solo	37
2.2.2.5.4.6.1.1 Época.....	37
2.2.2.5.4.6.1.2 Área	38
2.2.2.5.4.6.1.3 Coleta.....	38
2.2.2.6 Análise de Laboratório	38
2.2.2.6.1 Preparação da amostra de solo	38
2.2.2.6.2 Determinação: Acidez Ativa ou pH	39
2.2.2.6.3 Determinação: Acidez trocável ou alumínio	39
2.2.2.6.4 Determinação: Acidez Potencial ou Hidrogênio + Alumínio	40
2.2.2.6.5 Cálcio e Magnésio Trocáveis	40
2.2.2.6.6 Cálcio Trocável	41
2.2.2.6.7 Magnésio Trocável.....	41
2.2.2.6.8 Potássio Trocável e Sódio (Na ⁺).....	42
3 OBJETIVOS	43
3.1 Objetivo Geral	43
3.2 Objetivos Específicos.....	43
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	44
4.1 Caracterização da área experimental	44
4.2 Coleta de dados.....	46
4.2.1 Amostra de solo inicial	46
4.2.2 Tratamento: Preparo e implantação do experimento	46
4.2.3 Condução do experimento	48
4.3 Análise de Dados	48
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50

5.1 Análise do pH.....	50
5.2 Análise da Saturação por Bases	55
6 CONCLUSÕES	62
7 REFERÊNCIAS.....	63

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Caracterização das Formações Florestais do Bioma Cerrado	20
Quadro 2. Caracterização das Formações Savânicas do Bioma Cerrado	22
Quadro 3. Caracterização das Formações Campestres do Bioma Cerrado	24
Tabela 1. Taxas de reatividade das partículas de diferentes tamanhos dos calcários, adotados pela legislação brasileira	33
Quadro 4. Granulometria Mínima da ABNT	34
Quadro 5. Capacidade de neutralização das diferentes espécies neutralizantes, em relação ao CaCO ₃	35
Tabela 2. Resumo do Quadro de Análise de Variância de Dupla Entrada de pH na profundidade de 0 - 5 cm	50
Tabela 3. Comparação entre as médias de pH nos diferentes tempos na profundidade de 0 - 5 cm	51
Tabela 4. Resumo do Quadro de Análise de Variância de Dupla Entrada de pH na profundidade de 5 - 10 cm.....	52
Tabela 5. Resumo do Quadro de Análise de Variância de Dupla Entrada de pH na profundidade de 10 - 20 cm.....	54
Tabela 6. Resumo do Quadro de Análise de Variância de Dupla Entrada da Saturação por Bases na profundidade de 0 - 5 cm	55
Tabela 7. Comparação entre as médias de Saturação por Bases nos diferentes tempos na profundidade de 0 - 5 cm.....	56
Tabela 8. Resumo do Quadro de Análise de Variância de Dupla Entrada da Saturação por Bases na profundidade de 5 - 10 cm	58
Tabela 9. Comparação entre as médias da Saturação por Bases nos diferentes tempos na profundidade de 5 - 10 cm.....	59
Tabela 10. Resumo do Quadro de Análise de Variância de Dupla Entrada da Saturação por Bases na profundidade de 10 - 20 cm	60
Tabela 11. Comparação entre as médias de Saturação por Bases nos diferentes tempos na profundidade de 10 - 20 cm.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema adaptado das principais fitofisionomias do bioma Cerrado	20
Figura 2. Gráficos de volume de chuvas diários nos períodos de novembro de 2014 à fevereiro de 2015	45
Figura 3. Croqui do experimento	46
Figura 4. Experimento no Campus II (PUC-GO)	47
Figura 5. Comparação entre as médias dos valores do pH na profundidade de 0 - 5 cm	50
Figura 6. Comparação entre as médias dos valores do pH na profundidade 5 - 10 cm	53
Figura 7. Comparação entre as médias dos valores do pH na profundidade de 10 - 20 cm	54
Figura 8. Comparação entre as médias dos valores da Saturação por Bases na profundidade de 0 - 5 cm	56
Figura 9. Comparação entre as médias dos valores da Saturação por Bases na profundidade de 5 - 10 cm.....	58
Figura 10. Comparação entre as médias dos valores da Saturação por Bases na profundidade de 10 - 20 cm.....	60

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

μ	Valor da média
/	Símbolo de divisão
A-	Ânion
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Al(OH) ₃	Hidróxido de Alumínio
Al ³⁺	Alumínio
cal cm ⁻² dia ⁻¹	Caloria-grama por centímetros ao dia
C ₂ H ₄ O ₂	Ácido acético
C ₄ H ₆ CaO ₄	Acetato de cálcio
Ca ²⁺	Cálcio
CaCl ₂	Cloreto de cálcio
CaO	Óxido de cálcio
CaO ₃	Carbonato de Cálcio
CaSO ₄ .2H ₂ O	Sulfato de Cálcio Di-hidratado
cm	Centímetros
cmolc	Centimol de carga
cmolc dm ⁻³	Centimol de carga / decímetro cúbico
CO ₂	Gás Carbônico
CTC	Capacidade de Troca de Cátions Totais
D	Calcário Dolomítico
dm ³	Decímetro cúbico
ε	Erro da medida na repetição
ECaCO ₃	Equivalente de Carbonato de Cálcio
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
f	Fator de correção da qualidade do calcário
F	Frequência Acumulada
F	Valor de F da estatística
FV	Fator Variável
g	Gramas
g/kg	Gramas por quilo
GL	Graus de liberdade
H+	Hidrogênio
H ₂ O	Água
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
HA	Hidrogênio ligado a um ânion
HCl	Ácido clorídrico

HCO ³⁻	Bicarbonato
i, j, k	Repetições
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia Nacional
K	Potássio
K/dm ³	Potássio/decímetro cúbico
K ⁺	Potássio
KCl	Cloreto de potássio
KCN	Cianeto de Potássio
KOH	Hidróxido de potássio
L	Calcário Líquido
L	Litros
L ha ⁻¹	Litros por hectare
M	Nº de mols do soluto / Nº de litros de solução
m	Metros
m ²	Metros quadrados
Meq ou meq	Miliequivalente
mg	Miligramas
Mg ²⁺	Magnésio
MgO	Óxido de magnésio
MgO ₃	Carbonato de Magnésio
ml	Mililitro
mm	Mímetros
Nº	Número
N	Nº de equivalentes-gramas do soluto / volume da solução em litros
NaOH	Hidróxido de Sódio
NC	Necessidade de Calcário
NET	Negro de Eriocromo T
NH ⁴⁺	Amônio
NO ³⁻	Nitrato
O ₂	Oxigênio
°C	Grau Celsius
OH ⁻	Hidroxila
p	Probabilidade de significância
pH	Potencial Hidrogeniônico
pHmetro	Pê-agâmetro
PN	Poder de Neutralização
ppm	Partes por milhão
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
PUC-GO	Pontifícia Universidade Católica de Goiás
QM	Quadrado médio

r^2	Confiabilidade dos dados
RE	Reatividade
SAS	Statistical Analysis System
SB	Soma de Bases Trocáveis
SBCS	Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
SMP	Shoemaker, McLean e Pratt (autores)
SO_4^{2-}	Sulfato
SQ	Soma de Quadrados
T	Capacidade de Troca de Cátions Totais
T	Tratamento
T	Tratamento (fator 1)
t	Tempo
t	tempo (fator 2)
$t\ ha^{-1}$	Toneladas por hectares
t/ha	Toneladas por hectares
Tt	Interação dos fatores
T1	Calcário dolímitico
T2	Calcário líquido
TFSA	Terra Fina Seca ao Ar
V	Saturação por Bases
V%	Saturação por Bases
Va	Volume na amostra
Vb	Volume na prova em branco

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o Cerrado domina uma extensão de mais de 20% do território nacional (MUELLER & MARTHA JÚNIOR, 2008), estando presente em diversos estados, principalmente na região central do país (Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), sendo um elo entre outros biomas como Pantanal, Floresta Amazônica, Caatinga e Mata Atlântica (MARTINS, 2010).

O Cerrado apresenta uma alta diversidade (MARTINS, 2010) com várias espécies endêmicas de animais e plantas (SILVA & SANTOS, 2005), o que reforça a relevância do bioma na questão ecológica e econômica, devido pouco conhecimento a respeito da sua biodiversidade, uma vez que é o segundo maior bioma da América do Sul (MESQUITA, 2011).

O Cerrado apresenta uma vegetação de savana, formada por plantas herbáceas e arbóreo-arbustivas (MESQUITA, 2011), o clima é estabelecido em um período chuvoso e outro seco (RIBEIRO & WALTER, 2008), com médias anuais de temperatura variando de 22^o C a 27^o C e chuvas de 1500 mm e radiação solar em torno de 500 cal cm⁻²dia⁻¹ (MESQUITA, 2011).

No Cerrado ocorre a presença de latossolo em 46% de sua área (94 milhões de hectares) (RESK et al., 2008) apresentando basicamente alta acidez, deficiência nutricional de cálcio, magnésio e fósforo; elevada toxidez por alumínio (LOPES & DAHER, 2008) e são bem drenados e profundos (SOUZA, 2009). A topografia, geralmente é uniforme e pouco acidentada (MARTINS, 2010).

As características de relevo, solo e clima (MUELLER & MARTHA JÚNIOR, 2008) associado ao desenvolvimento da tecnologia na agricultura, proporcionou um avanço da produção agrícola no Cerrado, com o surgimento de lavouras e pastagens (MESQUITA, 2011), em detrimento da vegetação do bioma, onde 55% da área já foram desmatadas (JUNQUEIRA, 2011).

Em razão do aumento da demanda por alimento, houve essa expansão agrícola no bioma, uma vez que a região do Cerrado produz 1/3 dos grãos e metade da produção de carne do país (FELFILI & SILVA JÚNIOR, 2005). A região central do Brasil, em 2013, dispunha de um rebanho de 71.124.329 cabeças, e o Estado de Goiás possuía 21.580.398 cabeças (3^o lugar) (IBGE, 2014).

Na região Centro-Oeste, em 2006, havia 56.837 milhões de hectares de pastagens cultivadas (ZIMMER et al., 2012), mas em torno de 35 milhões de

hectares, já mostram um determinado nível de degradação (MUELLER & MARTHA JÚNIOR, 2008), apresentando um baixo vigor e volume de forragem, o que reduz o suporte e obtenção de peso dos animais, e em casos mais críticos ocorre a presença de plantas daninhas, pragas e deterioração do solo (ZIMMER et al., 2012).

A degradação das pastagens é provocada pelo número excessivo de animais na área e principalmente pela falta de reposição de nutrientes (ZIMMER et al., 2012), ou seja, há um descaso com a fertilidade do solo (MARTHA JÚNIOR & VILELA, 2002). A recuperação das pastagens inicia-se com correção do pH solo (ZIMMER et al., 2012) deixando o solo fértil por meio da calagem, seguida de uma adubação, atendendo às necessidades nutricionais das forrageiras mais exigentes (OLIVEIRA et al., 2003)

Estas práticas coligadas a manejo correto da cultura, conseqüentemente proporciona um aumento da produtividade e rentabilidade, e assim impede a deterioração das pastagens e do meio ambiente (ZIMMER et al., 2012), reduzindo o desmatamento do bioma Cerrado.

A correção do pH, principalmente atingindo os valores de 6,0 a 6,5, é essencial para o desenvolvimento de grande parte das plantas, já que com este índice promove a disponibilidade da maioria dos nutrientes dispostos ao solo, por meio da solubilização, deixando-os aptos à absorção das plantas, em especial o fósforo e o nitrogênio (MELLO et al., 1983). Os nutrientes são naturais do solo ou introduzidos com corretivos ou fertilizantes (OLIVEIRA et al., 2000).

A calagem, normalmente, é efetuada pelo calcário dolomítico, sendo o mais utilizado, por conter os elementos cálcio e magnésio (VELOSO et al., 1992) e ser eficiente em sua função de elevar a acidez.

Atualmente, o mercado agropecuário, oferece o calcário na forma líquida (industrial) e contendo os elementos cálcio e magnésio, como substituto do tradicional, a fim de desempenhar com o mesmo “vigor”, as funções do calcário em pó (REIS & NOGUEIRA, 2013).

Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades químicas do solo do cerrado, sob o enfoque de duas fontes de calcário, o sólido e o líquido, com base na mensuração do pH e da saturação por bases.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cerrado

O Cerrado brasileiro abrange aproximadamente 204 milhões de hectares (MUELLER & MARTHA JÚNIOR, 2008; RESCK et al., 2008), ocupando 24% da superfície nacional (RESCK et al., 2008), estando presente nos estados de Goiás, Tocantins, Distrito Federal, e seções da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí e Rondônia (RIBEIRO & WALTER, 2008; MARTINS, 2010).

O Cerrado, savana tropical brasileira, comporta o segundo bioma da América do Sul (MESQUITA, 2011; SILVA & SANTOS, 2005) e também o segundo lugar em número de variedades vegetais, sendo constituída por um terço da biodiversidade e 5% da flora e fauna brasileira (FALEIRO et al., 2008).

Segundo Rodrigues (2005) as pesquisas mostram um número aproximado de algumas espécies existentes no cerrado como 837 de aves, 161 de mamíferos, 120 de reptéis, 150 de anfíbios, onde estas apresentam um endemismo de 3,4%, 19%, 24% e 30% respectivamente.

O bioma Cerrado é representado por 12.400 espécies de plantas (JUNQUEIRA, 2011), ocupando o posto de a flora mais rica em espécies apresentando em torno de 45% de endemismo (SOUZA, 2009).

A palavra cerrado denota a particularidade de uma flora arbóreo-arbustiva (MESQUITA, 2011; RIBEIRO & WALTER, 2008), sendo composta por formações florestais, com espécies arbóreas de formação consecutiva, estando representadas por mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão; por composições savânicas, composta por árvores e arbustos dispostas sobre gramíneas, formadas por cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral e veredas; e também por constituições campestres, formadas por espécies herbáceas e raras arbustivas, apontadas pelo campo sujo, campo limpo e campo rupestre (Figura 1) (ANGELO et al., 2012; MESQUITA, 2011; RIBEIRO & WALTER, 2008; REATTO & MARTINS, 2005).

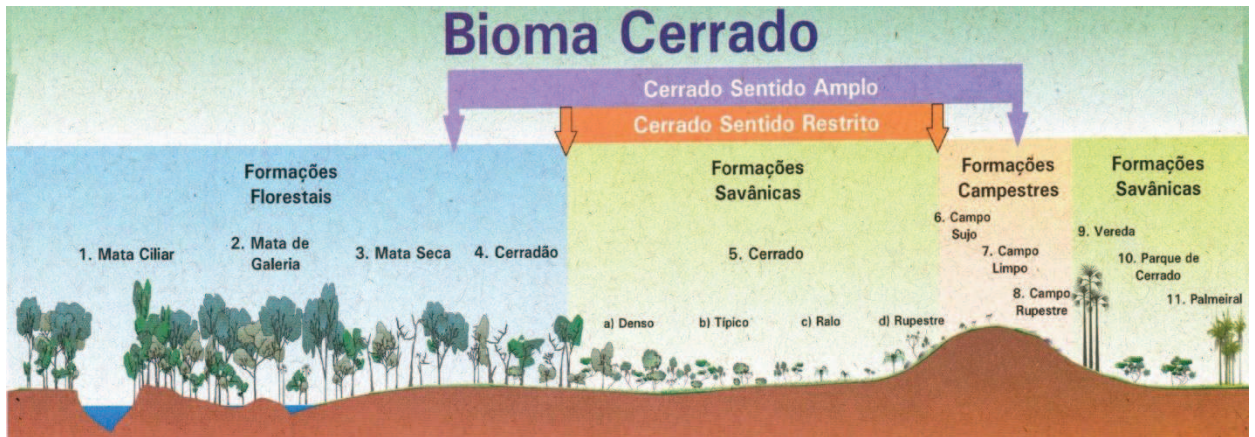


Figura 1: Esquema adaptado das principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Fonte: RIBEIRO & WALTER (2008).

Diante da vasta variedade de categorizações da flora do Cerrado, a fitofisionomia, ou seja, como a vegetação local se caracteriza quanto à natureza das espécies (SILVA, 2009). As fitofisionomias são qualificadas de acordo com os quadros 1, 2 e 3, dispostos a seguir.

Quadro 1: Caracterização das Formações Florestais do Bioma Cerrado.

	Mata Ciliar	Mata de Galeria		Mata Seca (MS)	Cerradão
Caracterização	Vegetação que margeia os rios de médio e grande porte (até 100 m de extensão).	Vegetação que margeia os rios de pequeno porte e córregos		Vegetação nos interflúvios (sem associação com cursos d'água)	Vegetação nos interflúvios (sem associação com cursos d'água)
		<u>Inundado</u>	<u>Não-Inundado</u>		
		Plantas no percurso d'água (lençol freático aflora ou permanece na superfície)	Plantas no percurso d'água (lençol freático não aflora na superfície)		
Formação florística	Plantas caducifólias, vegetação intensa.	Plantas perenifólias		Plantas caducifólias Solo+composição florística+queda de folhas são classificadas em: MS Sempre - Verde; MS Semidecídua e MS Decídua	Vegetação xeromórfica Apresenta plantas de folhas coreáceas. Contém espécies do cerrado sentido restrito e de Florestas

Fonte: RIBEIRO & WALTER (2008); RIBEIRO & DIAS (2007).

Quadro 1: Continuação.

	Mata Ciliar	Mata de Galeria		Mata Seca (MS)	Cerradão	
Porte florístico	Arborização com altura média de 20 a 25 m Cobertura arbórea de 50% a 90%.	Arborização com altura média de 20 a 30 m Cobertura 70% a 95% (superposição de copa)		Arborização com altura média de 15 a 25 m. Cobertura arbórea de 70% a 95% (seca: abaixo de 50%)	Arborização com altura média de 8 a 15 m (luz= plantas arbustivas e herbáceas diversas) Cobertura arbórea de 50% a 90%	
Exemplos de espécies	Angicos (<i>Anadenanthera</i> spp.)	<u>Inundado</u>	<u>Não-Inundado</u>	<i>Acacia polyphylla</i> (unha-de-gato) <i>Amburana cearensis</i> (cerajeira, imburana) <i>Commiphora leptophoeus</i> (amburana-de-cambão) <i>Cavanillesia arborea</i> (barriguda)	<u>Distrófico</u>	<u>Mesotrófico</u>
	Perobas (<i>Asidosperma</i> spp.) - Apocynaceae	<i>Rubiaceae</i> (Ferdinandusa speciosa)	Apocynaceae e (<i>Asidosperma</i> spp.- Perobas)		<i>Caryocar brasiliense</i> (pequi)	<i>Dipteryx alata</i> (baru)
	Ingás (<i>Inga</i> spp.)	<i>Euterpe edulis</i> (jussara, palmito)	Lauraceae (<i>Nectandra</i> spp. - canela)		<i>Hirtella glandulosa</i> (oiti)	<i>Guazuma ulmifolia</i> (mutamba)
	Ipês (<i>Tabebuia</i> spp.)	<i>Mauritia flexuosa</i> (buriti)	<i>Copaifera langsdorffii</i> - copaíba	<i>Xylopia aromatica</i> (pindaíba, pimenta-de-macaco)	<i>Alibertia edulis</i> (mamelada-de-cachorro)	
Solo	Solo raso (Cambisso e Plintossolo (Latossolo e argissolo)	Cambisso Plintossolo Argissolo Latossolo (Cerrado-Sentido Restrito)		Alta fertilidade (Terra Roxa, Brunizém, Cambissolos) Média fertilidade (Latossolos Roxo e Vermelho-escuro - MS Sempre-Verde e Semidecídua) Origem calcária - afloração rochosa (MS Decídua)	Profundo e bem drenado Latossolo Vermelho-escuro Latossolo Vermelho – amarelo ou Latossolo Roxo Acidez leve	
					<u>Distrófico</u>	<u>Mesotrófico</u>
					Baixa fertilidade	Média fertilidade
Topografia	Terrenos acidentados	<u>Inundado</u>	<u>Não-Inundado</u>			
		Terrenos acidentada (poucos locais planos) Solo bem drenado	Terrenos Planos (poucos locais acidentados) Solo mal drenado			

Fonte: RIBEIRO & WALTER (2008); RIBEIRO & DIAS (2007).

Quadro 2: Caracterização das Formações Savânicas do Bioma Cerrado.

	Cerrado Sentido Restrito				Parque de Cerrado
Caracterização	Vegetação arbóreo e arbustivo-herbáceo Disposição aleatória das árvores no solo Árvores baixas, tortuosas e retorcidas Troncos das plantas são grossos e com folhas coreáceas				Vegetação arbórea aglomerada em pontos elevados do solo (murunduns)
Formação florística	<u>Cerrado Denso</u>	<u>Cerrado Típico</u>	<u>Cerrado Ralo</u>	<u>Cerrado Rupestre</u>	
	Vegetação arbórea prevalece Plantas arbustivas e herbácea pouco adensadas	Vegetação arbóreo-arbustiva dominante Intermediário entre Cerrado Denso e Cerrado Ralo	Vegetação arbóreo-arbustiva evidente Presença de gramíneas	Vegetação arbóreo-arbustiva (lugares rochosos)	
Porte florístico	Arborização de altura média de 5 a 8 m Cobertura 50% a 70%	Arborização de altura média de 3 a 6 m Cobertura 20% a 50%	Arborização de altura média de 2 a 3 m Cobertura 5% a 20%	Arborização de altura média de 2 a 4 m Cobertura 5% a 20%	Arborização de altura média de 3 a 6 m Cobertura 5% a 20% (agrupamento arbóreo)
Exemplos de espécies	<i>Anacardium humile</i> (Cajuzinho-do-cerrado)	<i>Annona monticola</i> (araticum)	<i>Echinolaena inflexa</i> (capim flexinha)	<i>Lychnophora ericoides</i> (arnica)	<i>Andira cuyabensis</i> (angelim) <i>Dipteryx alata</i> (baru)
Solo	Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho Amarelo, Cambissolo, Neossolo Acidez elevada ou mediana Poucos nutrientes essenciais (fósforo e nitrogênio) Elevado teor de alumínio				Gleissolos

Fonte: RIBEIRO & WALTER (2008); RIBEIRO & DIAS (2007).

Quadro 2: Continuação.

	Palmeiral		Vereda		
Caracterização	Vegetação única: Palmeiral Principais espécies: Babaçual, Buritizal, Guerobal e Macaubal (espécie dominante) Ocorre nos interflúvios Não ocorre a presença de árvores Presente em áreas bem drenadas		Cercada por plantas arbustiva-herbáceas (campos típicos) Complexo vegetacional Ocorre no aflorar ou próximo do lençol freático		
Formação florística	<u>Babaçual</u>	<u>Buritizal</u>	Composto por buritis (não ocorre dossel)		
	Palmeira arbórea Ocupa faixas ao longo dos rios (mata ciliar)	Palmeira arbórea Formação de dossel descontínuo	<u>Zona "Borda"</u> Local de solo mais seco Trecho campestre com árvores isoladas	<u>Zona "Meio"</u> Local de solo relativamente úmido com característica campestre	<u>Zona "Fundo"</u> Local de solo brejoso Presença de buritis, arbustos e pequenas árvores adensadas
Porte florístico	Altura média de 8 a 15 m Cobertura 30% a 60%	Altura média de 12 a 20 m Cobertura 40% a 70%	Altura média de 12 a 15 m Cobertura 5% a 10%		
Exemplos de espécies	<i>Acrocomia aculeata</i> (macaúba) <i>Syagrus oleacea</i> (gueroba) <i>Attalea speciosa</i> (babaçu) <i>Mauritia flexuosa</i> (buriti)		Poaceae (Graminae) Asteraceae, Cyperaceae, Fabaceae	<i>Chamaecrista</i> , <i>Echinodorus</i> , <i>Eriocaulaceae</i> , <i>Hyptis</i> , <i>Lycopodiella</i> , <i>Polygata</i>	<i>Euplassa inaequalis</i> (fruta-de-morcego) <i>Ilex affinis</i> (congonha)
Solo	Áreas de antigas formações florestais desmatadas	Solos mal drenados (brejosos)	Gleissolos		

Fonte: RIBEIRO & WALTER (2008); RIBEIRO & DIAS (2007).

Quadro 3: Caracterização das Formações Campestres do Bioma Cerrado.

	Campo Sujo	Campo Limpo			Campo Rupestre		
Caracterização	Vegetação composta unicamente por arbustos e pequenos arbustos intercalados por trechos de arbustos-herbáceos	Vegetação herbácea predomina Raros arbustos			Vegetação herbáceo-arbustivo prevalece Algumas arvoretas (altura de 2 m) Ocorre em alturas acima de 700m de altitude (ventos e variação de temperatura - dia/noite)		
Formação florística	<u>Campo Sujo Seco</u>	<u>Campo Sujo Úmido</u>	<u>Campo Limpo Seco</u>	<u>Campo Limpo Úmido</u>	Plantas xeromórficas (folhas pequenas, espessas e coriáceas)		
	<u>Campo Sujo com Murunduns</u>	<u>Campo Limpo com Murunduns</u>					
Exemplos de espécies	Poaceae Asteraceae Cyperaceae	Leguminiseae (esp. <i>Andira</i> , <i>Mimosa</i>) Laminaceae Myrtaceae	Rubiaceae <i>Crumenaria</i> <i>Deianira</i>	Droseraeae (<i>Drosera</i>) Iriaceae (<i>Cipura</i> , <i>Sisyrinchium</i>)	Asteraceae Bromeliaceae Cactaceae Iridaceae	Lythraceae Myrtaceae Orchidaceae Poaceae	Rubiaceae Velloziaceae Vochysiaceae Xyridaceae
Solo	Solos rasos (Neossolo Litólico, Cambissolo, Plintossolo) profundos e baixa fertilidade (Latossolos de textura média e Neossolos Quartzizênicos)	Neossolo Litólico, Cambissolo ou Plintossolo (Encostas, chapadas, olhos d'água, envolta de veredas e borda de Matas de Galeria)			Neossolo Litólico ou nas frestas dos afloramentos rochosos Solos ácidos, pobres em nutrientes		

Fonte: RIBEIRO & WALTER (2008); RIBEIRO & DIAS (2007).

Este bioma é representado por 12.400 espécies de plantas (JUNQUEIRA, 2011), ocupando o posto de a flora mais rica em espécies apresentando em torno de 45% de endemismo (SOUZA, 2009).

Devido o extenso número de variedade de espécies, o Cerrado juntamente com a Mata Atlântica, é avaliado como um *hotspot* mundial (JUNQUEIRA, 2011; MESQUITA, 2011), isto é, um ecossistema rico e ameaçado.

Esta grande biodiversidade do cerrado está sujeita a características climáticas que o definem, com duas estações bem determinadas, uma seca e outra chuvosa (GOEDERT et al., 2008; MARTINS, 2010). A temporada de seca perdura por aproximadamente 6 meses (WALTER, 2006; MARTINS, 2010) e o período chuvoso acontece de outubro a março (RIBEIRO & WALTER, 2008) alcançando um volume de 1200 a 1800 mm (REATTO & MARTINS, 2005), mas estando sujeito à ocorrência de um tempo de seca, evento denominado veranico (MARTINS, 2010). As temperaturas, nestas regiões, são acima de 18°C nos meses mais frios (WALTER, 2006).

A determinação climática existente no cerrado, resultante da interação entre o clima, relevo, tempo, organismos e solo (REATTO & MARTINS, 2005) contribuem para o aparecimento da vegetação tipo savana (WALTER, 2006).

Neste bioma, em 46% da área predomina um solo do tipo latossolo, (RESK et al., 2008; SOUZA, 2009) com características principais de alta acidez, escassez de nutrientes, presença de alumínio tóxico (LOPES & DAHER, 2008; MESQUITA, 2011), uma textura variando de argiloso ao arenoso (LOPES & DAHER, 2008), profundos e bem drenados (FELFILI & SILVA JÚNIOR, 2005), apresentando uma grande extensão relativamente plana quanto a sua geografia (REATTO & MARTINS, 2005).

2.2 Solos

2.2.1 Formação

A constituição de um solo é decorrente da ou interação entre o clima, organismos, material de origem, relevo e tempo (REATTO & MARTINS, 2005). No ambiente estas “forças” de agentes biológicos, químicos e físicos atuam constantemente no solo, provocando uma “destruição” física e química da

composição mineralógica inicial das rochas, isto é, ocorrendo o intemperismo e também originando novos minerais, processo este que interfere na concepção do solo (RAIJ, 1991).

Estas novas composições formadas na superfície das rochas, denomina-se regolito ou camada de intemperização, composto de origem do solo propriamente dito. A composição genuína desse material, afeta na textura, na mineralogia e na fertilidade deste solo. De acordo com a inclinação do relevo, há diferentes níveis de erosão e conseqüentemente uma maior ou menor intensidade de retiradas de solo da superfície, causada pela água, que conduz todo o “material” a outro local ou é represado, onde o relevo é plano. As variações climáticas provenientes de atuação da chuva e temperatura interferem na formação do solo, pois onde ocorre o aumento desses dois fatores, o processo de intemperismo é mais intenso (RAIJ, 1991).

O clima, o material de origem, o relevo e os organismos, estão todos associados a um último item importante na formação do solo: o tempo, uma vez que ele determina o quanto dos demais fatores irão intervir na composição do solo (RAIJ, 1991), resultando na constituição de camadas sobrepostas, apresentando variadas cores, teor de argila e areia, estrutura, matéria orgânica e nutrientes (MELLO et al., 1983; COELHO et al., 2014).

O solo é composto pelo aspecto gasoso, líquido e sólido (EMBRAPA, 2006). A fase gasosa (ar) está contida nos poros do solo; a líquida (água) ou solução do solo, que determina a umidade do terreno, fornece água e nutrientes para as plantas. A parte sólida é composta por material mineral (minerais primários e secundários) e orgânico (vegetais e animais em deterioração) (MELLO et al., 1983).

2.2.2 Solos do Cerrado

2.2.2.1 Características Físicas

O solo do Cerrado tem uma topografia, geralmente, plana e levemente ondulada (EMBRAPA, 2006) o que beneficia o cultivo agrícola (COELHO et al., 2014). Esta região apresenta em 46% de sua área, um latossolo (RESK et al., 2008), profundo e permeável (COELHO et al., 2014), de textura com mesma natureza na extensão do solo. São oriundos de vários tipos de rochas e sedimentos (EMBRAPA,

2006) que sofreram intensas circunstâncias de clima e diversos exemplares de vegetação. É um solo com alto grau de intemperismo e lixiviação (REATTO & MARTINS, 2005; EMBRAPA, 2006).

2.2.2.2 Características Químicas

Grande parte da extensão do cerrado é constituída por latossolo. Este tipo de solo apresenta algumas características químicas peculiares, que ao serem ajustadas alavancam a produção agrícola (GOMES et al., 2002). O latossolo apresenta a particularidade de uma elevada acidez, pouca capacidade de troca de cátions, baixo teor do elemento fósforo (MONTEZANO, 2009), reduzida saturação por bases, alto nível de alumínio (PRADO, 2003) e escassos teores de cálcio e magnésio (RAMOS et al., 2006),

Um solo se torna ácido em razão da existência do elemento hidrogênio no solo, oriundos de constituintes ácidos no local (ALCARDE, 2005), isto é, ácidos são essências que libertam prótons (hidrogênio). O ácido no solo se desagrega em um cátion (H^+) e um ânion (A^-), de acordo com a expressão: $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$ (RAIJ, 1991).

O potencial hidrogeniônico (pH) aponta a porção existente no solo, do elemento hidrogênio (H^+), qualificando o solo como ácido, devido uma grande quantidade do íon H^+ e uma pequena concentração dos cátions cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^+) (RONQUIM, 2010).

Os índices de pH estão dispostos em meio aos valores de (0 a 14), mas nos solos estes números apresentam-se de 3,0 a 10. Especificamente no Brasil, o valor de pH ocorrem entre 4,0 a 7,5 (RAIJ, 1981), mas grande parte exibem uma média uma alta acidez (pH <5,5) (VELOSO et al.,1992) sendo classificados em três categorias: ácido (pH < 7), alcalino (pH > 7) e neutro (pH = 7) (MELLO et al., 1983).

2.2.2.2.1 Acidez Ativa e Potencial

A acidez ativa denota os íons hidrogênio (H^+) desagregados na solução do solo e é determinado pelo índice pH. Por sua vez, ao hidrogênio não dissociado do solo, isto é, “unido” por ligação covalentes e valentes eletrostáticas, denomina-se acidez potencial. A esta acidez também contém o alumínio (Al^{3+}) (SILVA, 2013), que

neste caso é um cátion trocável, que é nomeada de acidez trocável (RAIJ, 1991). Sendo assim, a soma deste H^+ com o Al^{3+} é designada de acidez potencial.

O volume do corretivo acrescentado ao solo, baseado na acidez potencial, tem como finalidade, principalmente, em diminuir a acidez, a toxidez (SILVA, 2013).

2.2.2.2.2 Saturação por Bases

Os índices de Saturação por Bases, representado em percentagem (V%), indica a circunstância da fertilidade de um solo. Este fator tem uma grande relevância, já que acrescenta na classificação do solo, os termos “eutrófico”, significando um solo fértil, devido o valor da saturação por bases mostrar-se superior ou igual a 50% (cinquenta por cento) ; ou “distrófico”, em que denota um solo com pouca fertilidade , com importâncias abaixo de 50%; e o termo “álico”, que demonstra ser um solo pobre, mas com alto volume de alumínio trocável (EMBRAPA, 2006).

A Saturação por Bases (V%), atribui-se à parte da fração de elementos básicos trocáveis comparadas à capacidade de troca, prescrita a pH 7,0 (EMBRAPA, 2006). A Saturação por Bases é obtida pela fórmula: $V(\%) = 100 * SB \div CTC$, onde SB representa a soma de bases trocáveis e CTC é a capacidade de troca de cátions totais (RONQUIM, 2010).

A Soma de Bases Trocáveis (SB), diz respeito à adição das proporções contidas no solo, de cátions substituíveis, mas desconsiderando o hidrogênio e o alumínio (MELLO, 1983). A SB é obtida pela soma dos cátions cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^+) ou $SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+$ (RONQUIM, 2010).

A Capacidade de Troca de Cátions Totais (CTC ou T) representa a fração de cátions aderidos no solo, mas com possibilidade de haver trocas. Este fator, leva em consideração os valores de hidrogênio e alumínio trocável (MELLO, 1983). O índice CTC é revelado pela somatória dos cátions cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), hidrogênio (H^+) e alumínio (Al^{3+}) ou $CTC = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + H^+ + Al^{3+}$ (RONQUIM, 2010).

Sendo assim, uma Saturação por Bases (V%) abaixo de 50%, significa que no solo ocorre a presença de pouca quantidade de cátions $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+$ principalmente, mas uma elevada quantidade de $H^+ + Al^{3+}$, o que representa evidentemente um solo ácido e com alumínio tóxico para as plantas (MELLO, 1983; RONQUIM, 2010).

Para o cultivo de uma forrageira (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã) exigente em nutrientes, recomenda-se a elevação da Saturação por Bases para $V=70\%$ (LUZ et al., 2001).

2.2.2.3 Causas da acidez do solo

Todos os fatores que participam direta ou indiretamente do processo de formação do solo do cerrado como clima, organismos, material de origem, relevo e tempo, originam conseqüentemente em um solo ácido, isto é, a presença natural dos íons H^+ no solo (REATTO & MARTINS, 2005).

O processo de acidificação do solo é constituído pela “saída” dos cátions básicos, principalmente cálcio e magnésio, e a “entrada” dos elementos químicos hidrogênio (H^+) e alumínio (Al^{3+}) (SILVA, 2013).

O solo sofre algumas ações que o tornam ácido como em um processo natural de acidificação do solo, pela reação do gás carbônico (CO_2) com a água (H_2O) formando íons de hidrogênio (H^+), livre e acidificando o solo, e bicarbonato (HCO_3^-), lixiviado pelo perfil (RAIJ, 1981). Outra ocasião que o solo se acidifica, é no momento em que as raízes das plantas ao absorvem o cálcio e o magnésio, liberam o hidrogênio no solo (VELOSO et al.1992).

Os adubos nitrogenados, principalmente com o amônio (NH_4^+), no solo (LUZ et al. 2001) sofrem um processo de nitrificação do amônio, o qual se converte em nitrato (NO_3^-), deixando o hidrogênio livre, conforme a reação: $NH_4^+ + 2O_2 \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + H_2O$. O hidrogênio assume o lugar de um cátion no solo e o nitrato é absorvido pelas plantas. (RAIJ, 1991).

2.2.2.4 Conseqüências da acidez do solo

Os solos do Cerrado tem uma acidez relativamente alta, o que acarreta em uma diminuição da produção agrícola (VELOSO et al., 1992). Este problema se agrava com o aparecimento do alumínio, tóxico às plantas, e pelo baixo teor de cálcio no solo (LUZ et al., 2001), pois a falta deste elemento proporciona uma redução do crescimento das raízes (MONTEZANO, 2009), que por sua vez absorvem pouca água e nutrientes, deixando a cultura “fragilizada” (MARIA et al., 1993).

A atividade agrícola pode ser maximizada com o “ajuste” da acidez do solo, que irá contribuir significativamente para o acréscimo da produção, uma vez que prospera o solo nos âmbitos químicos, físicos e biológicos (FREIRIA et al., 2008).

2.2.2.5 Correção do solo

A “reparação” do pH do solo consiste na neutralização dos íons H^+ livres, por meio de um ânion hidroxila (OH^-), conforme a expressão química $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$. Para tanto, existem materiais, que são adicionados ao solo, aptos a realizar tal processo, pois apresentam o elemento necessário para tal função (SILVA, 2013).

Diversos corretivos podem ser empregados no solo como substâncias atuantes da neutralização da acidez, como os óxidos, hidróxidos, carbonatos, silicatos (RAMOS et al., 2003) e também fontes de cálcio e magnésio. Tais materiais podem ser representado por calcário dolomítico, calcário calcítico (GOMES et al., 2002); óxido de cálcio e magnésio (cal virgem); hidróxidos de cálcio e magnésio, calcário calcinado (RODRIGUES, 2002) e outros.

2.2.2.5.1 Calcário: origem, características e função.

O calcário é o neutralizante mais utilizado no país (RODRIGUES, 2002), uma vez que sua facilidade e acessibilidade econômica e volume encontrado (SOUZA et al., 2011).

As rochas sedimentares carbonáticas (SANTANA, 2002) passam por um processo de trituração, resultando no produto calcário (ALCARDE, 2005), um material composto por carbonato de cálcio e magnésio (SOUZA et al., 2011).

O calcário desempenha uma importante função ao elevar: o pH do solo, da saturação por bases (PETRERE & ANGHINONI, 2001), dos teores de cálcio e magnésio livres para a absorção e da aptidão do solo em adsorver nutrientes e reduzir o alumínio trocável (MELO et al., 2011).

O calcário apresenta uma baixa solubilidade (LUZ et al., 2002; VERONESE, 2011). Esta condição requer que o produto tenha um bom contato com o solo para haver uma reação satisfatória (PRADO & NATALE, 2004). Esse corretivo também possui uma reduzida mobilidade (GONÇALVES et al., 2011) dos cátions cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) (ERNANI et al., 2001).

Esse corretivo de solo é formado quimicamente por carbonato de cálcio e de magnésio. O calcário é classificado conforme a porcentagem de carbonato de magnésio (MgCO_3) da sua formulação. Então temos o calcário calcítico (abaixo de 10%), o calcário dolomítico (acima de 25%) e magnesiano (10 a 25%) (ALCARDE, 2005).

Atualmente o mercado agrícola disponibiliza aos produtores o calcário na forma líquida, como uma alternativa de correção da acidez do solo, devido o carbonato de cálcio (CaO_3) e de magnésio (MgO_3) em sua composição química, neutralizar o alumínio tóxico, e fornecer os minerais cálcio e magnésio ao solo (BAMBOLIM et al., 2014; REIS & NOGUEIRA, 2013).

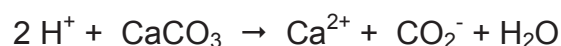
O calcário líquido, propõe uma correção superficial, mais rápida, do pH (BAMBOLIM et al., 2014; SILVEIRA et al., 2014), pois garante tem uma boa mobilidade no solo, e assim admitir uma correção da acidez (SILVEIRA et al., 2014).

As pesquisas com o calcário líquido revelam que o produto não efetua a correção do solo na superfície (REIS & NOGUEIRA, 2013; SILVEIRA et al., 2014), pois a quantidade de OH^- contida na composição do calcário líquido não consegue neutralizar os íons H^+ do solo e igualmente não alteram positivamente a saturação por bases (BAMBOLIM et al., 2015).

2.2.2.5.2 Neutralização do pH e Alumínio

O corretivo mais usado para efetuar a neutralização da acidez do solo é o calcário dolomítico, pois além de reduzir a acidez, também acrescenta teores de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) (VELOSO et al., 92).

Ao adicionar o calcário ao solo, o processo de anulação do efeito ácido sucede prontamente, já que acontece uma reação do carbonato de cálcio (CaCO_3), e também com o carbonato de magnésio (MgCO_3), com o hidrogênio (H^+) presentes na solução do solo. Esta associação resulta na neutralização de parte da acidez ativa, libera os nutrientes cálcio e magnésio para a absorção das plantas e forma a molécula de gás carbônico (CO_2) (MELLO, 1983) conforme a demonstração a seguir:

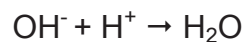


A outra parte do CaCO_3 (MgCO_3) associa-se com a partícula de água (H_2O) presente no solo. Tal reação promove a dissociação do Ca (Mg) , a formação de

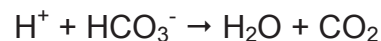
uma hidroxila (OH^-) e do bicarbonato (HCO_3^-), de acordo com a representação abaixo (BELLINGIERI, 1988):



O solo torna-se neutro quando o H^+ (acidez ativa) coliga à hidroxila (OH^-), formando uma molécula de água (H_2O). Este fato ocorre com o OH^- proveniente da reação inicial do calcário, conforme a fórmula (ALCARDE, 2005):

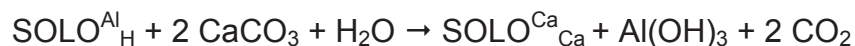


O bicarbonato (HCO_3^-), o qual também foi constituído inicialmente, reage com o H^+ do solo, convertendo-se em água (H_2O) e gás carbônico (CO_2), contribuindo com a neutralização da acidez ativa do solo. Esta reação é descrita por (RAIJ, 1991):



À medida que a acidez ativa (H^+) torna-se neutra, a acidez potencial também se anula, pois para a manutenção do equilíbrio entre as duas forças, há um deslocamento do H^+ e do Al^{3+} (acidez potencial) para a solução do solo. Em suma, o H^+ tem seu efeito anulado pelo CaCO_3 , OH^- ou HCO_3^- . O Al^{3+} associa-se a hidroxila (OH^-) formando a partícula de hidróxido de alumínio $\text{Al}(\text{OH})_3$, a qual lixivia pelo solo (RAIJ, 1991).

Esta atividade promove a “saída” dos H^+ e Al^{3+} do solo proporcionando a “entrada” de Ca^{2+} e Mg^{2+} na acidez potencial, elevando a saturação por bases e o pH (MELLO, 1983) assim representado (RAIJ, 1991):



2.2.2.5.3 Calcário: Características

A eficiência de um calcário está embasada em alguns fatores chaves condicionantes para a qualidade do produto, como a granulometria, a proporção de neutralizantes (BELLINGIERI, 1988; GONÇALVES et al., 2011) e a incorporação do corretivo (RAIJ, 1991; FREIRIA et al., 2008).

2.2.2.5.3.1 Granulometria

A reação do calcário está sujeito à umidade do solo, e principalmente com a proximidade do corretivo ao solo, pois possui uma baixa solubilidade (ALCARDE, 2005).

A dimensão das partículas, a incorporação em profundidade e o contato do calcário com o solo, influenciarão na velocidade da reação do produto, ou seja, quanto mais fino e misturado o corretivo, mais rápido ele reagirá no solo, elevando o pH e o Ca^{2+} (VIADÉ et al., 2011), devido o aumento da área de contato do calcário e o solo (COELHO et al., 2014). Mas em contrapartida, o efeito é sustentado por um tempo menor em relação às partículas maiores (GONÇALVES et al., 2011; SBCS, 2004).

A reatividade (RE) do calcário determina a movimentação do corretivo no solo (ALCARDE, 2005). Este fator qualifica e classifica os fragmentos granulométricos o produto conforme a legislação brasileira, descrito na tabela 1:

Tabela 1. Taxas de reatividade das partículas de diferentes tamanhos dos calcários, adotados pela legislação brasileira.

Fração Granulométrica		Taxa de Reatividade (RE)
Peneira N ^o (ABNT)	Dimensão (mm)	(%)*
maior de 10	maior de 2	0
10 a 20	2 a 0.84	20
20 a 50	0.84 a 0.30	60
menor que 50	menor que 0.30	100

(*) Percentual do corretivo que reage em 3 meses

Fonte: ALCARDE (2005)

Segundo a tabela acima, as implicações residuais são considerados de acordo com as frações granulométricas. Partículas acima de 2 mm, não sofrem efeitos residuais; as frações no intervalo de 2 a 0,84 mm e 0,84 a 2 mm, tem efeitos residuais de 80% e 40% respectivamente, reagindo no solo por mais de 3 meses; e fragmentos menores que 0,30 mm, agem por completo em 3 meses (ALCARDE, 2005).

O valor da reatividade (RE), indica a quantidade, em percentual, do calcário que realizará a correção da acidez do solo em 3 meses. O restante do corretivo tem uma reação mais lenta. (ALCARDE, 2005).

A lei brasileira define uma quantidade mínima para a granulometria, visando garantir uma reatividade satisfatória (ALCARDE, 2005).

Quadro 4. Granulometria Mínima da ABNT.

Peneira (ABNT)	Quantidade Mínima (%)
10	95
20	70
50	50

Fonte: Quadro adaptado (ALCARDE, 2005).

A reatividade (RE) é determinada pelo cálculo das quantidades de calcário que transpõem as peneiras (ALCARDE, 2005):

$$RE (\%): \% F_{10-20} \times 0,2 + \% F_{20-50} \times 0,6 + F_{<50} \times 1$$

Onde, % F_{10-20} , % F_{20-50} e $F_{<50}$ são os respectivos percentuais granulométricos; e 0,2; 0,6 e 1 são as taxas da reatividade.

2.2.2.5.3.2 Neutralizante

Um produto é considerado corretivo de acidez de acordo com os teores de cálcio e magnésio (ALCARDE, 2005), isto é, os neutralizantes carbonáticos (CaCO_3 e MgCO_3) presentes nos calcários (SBCS, 2004).

O Poder de Neutralização (PN) ou equivalente de carbonato de cálcio (ECaCO_3), refere a capacidade de redução da acidez efetuada pelo corretivo, uma vez que maior o PN, maior o volume de correção e menor a quantidade empregada no solo (COELHO et al. 2014). A norma brasileira assegura uma importância de PN para o calcário de 67% (ALCARDE, 2005).

Devido a existência de diversos tipos de neutralizantes, há a necessidade de padronizar “competência” de neutralização quanto ao CaCO_3 e MgCO_3 , pois os corretivos são identificados como neutralizantes da acidez devido seus teores de cálcio e magnésio, e estes elementos são expressos por CaO e MgO , conforme o quadro (ALCARDE, 2005):

Quadro 5. Capacidade de neutralização das diferentes espécies neutralizantes (CaCO₃).

Espécies Neutralizantes	Capacidade de neutralização ao CaCO ₃
CaCO ₃	1,00
MgCO ₃	1,19
CaO	1,79
MgO	2,48
Ca(OH) ₂	1,35
Mg(OH) ₂	1,72
CaSiO ₃	0,86
MgSiO ₃	1,00

Fonte: (ALCARDE, 2005).

Então o Poder de Neutralização (PN ou ECaCO₃) do corretivo é determinado por (ALCARDE, 2005):

$$\text{PN ou (ECaCO}_3\text{)} \% = \% \text{CaO} \times 1,79 + \text{MgO} \times 2,48$$

2.2.2.5.3.3 Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT)

A qualidade de um corretivo de acidez é determinada pelo PRNT deste produto, o qual é resultante da relação do PN (ECaCO₃), indicador químico e da RE (indicador físico), de acordo com a expressão (SBCS, 2004):

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

O valor de PRNT mostra a percentagem do calcário que irá reagir em 2 ou 3 anos. O remanescente do corretivo continuará no solo por mais tempo (SBCS, 2004).

2.2.2.5.4 Calcário: Aplicação

2.2.2.5.4.1 Forma

O calcário por apresentar uma baixa solubilidade e uma pequena mobilidade no solo (VERONESE, 2011) a ação do corretivo acontece praticamente na área onde incide sua aplicação (RAMOS et al., 2006), isto é, na camada superficial (0 a 20 cm) (MARIA et al., 1993).

Para intensificar o efeito do corretivo no solo, é indispensável uma distribuição, a lanço (VILELA, 2000), uniforme (FREIRIA et al., 2008; ALCARDE, 2005) e com uma incorporação profunda, para que o crescimento das raízes abaixo de 20 cm seja possível (VERONESE et al., 2012).

Os implementos agrícolas que promovem uma incorporação do corretivo com mais intensa profundidade são realizados pelos arados de disco, arado de aiveca (OLIVEIRA et al., 1999). A grade pesada condicionou uma maior uniformidade com maior penetração e incorporação do corretivo, ajustando a acidez até 30 cm (PRADO & NATALE, 2004).

2.2.2.5.4.2 Quantidade

A quantidade dos corretivos da acidez do solo, a fim de aumentar o pH e a saturação por bases (LUZ et al., 2001), estagnar o alumínio (Al^{3+}) e adicionar o cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) (SOUSA et al., 2015), é determinada pelo método de calagem (MELO et al., 2011) de acordo com dados provenientes da análise prévia do solo em questão (OLIVEIRA et al., 1999).

Os Métodos de Calagem são: Método de Tampão SMP; Método do Teor de Alumínio trocável e de cálcio e magnésio; e Método baseado na elevação da Saturação por Bases (RAIJ, 1991; MELO et al., 2011).

O Método de Saturação por Bases prevalece perante os outros métodos uma vez que apresenta uma praticidade de cálculo e adaptação a várias culturas (LUZ et al., 2001).

A Necessidade de Calcário (NC) é determinada por meio do algoritmo (SOUSA et al., 2015):

$$N.C.(t/ha) = (V_2 - V_1) \times T/100 \times f$$

Onde:

V_2 = Saturação por Bases desejada

V_1 = Saturação por Bases atual

T = Capacidade de troca de cátions a pH 7

f = Fator de correção da qualidade do calcário

O PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total), que denota a efetividade do calcário, é abaixo de 100%, sendo necessário corrigir esta disparidade por meio da fórmula (SOUSA et al., 2015):

$$f = 100 / \text{PRNT}$$

2.2.2.5.4.3 Época

A atribuição do calcário ao solo, normalmente é realizado até realizado até 6 meses antes do plantio (SBCS, 2004). Segundo Vilela (2000), a aplicação do calcário prioriza efetivar-se no final das chuvas antes do plantio.

2.2.2.5.4.4 Efeito residual

Com a adição do corretivo ao solo, o pH reage com o meio, por um período de 3 a 12 meses, alcançando o ápice do valor desejado (SBCS, 2004).

2.2.2.5.4.5 Frequência

O tipo da característica física do solo influencia no número de vezes em que o calcário deve ser adicionado ao solo. Os solos arenosos normalmente usa-se uma aplicação em menor quantidade do corretivo, porém com mais frequência. Já os solos argilosos, suportam o volume da calagem, que é realizada com maior intervalo de tempo (MELLO, 1993).

2.2.2.5.4.6 Recomendação

Para obter-se uma indicação de necessidade de calagem, primeiramente realiza-se uma amostragem de solo, o envia para uma análise de laboratório, interpretam-se os resultados e em fim, calcula-se a recomendação do corretivo (SBCS, 2004).

2.2.2.5.4.6.1 Amostragem do solo

2.2.2.5.4.6.1.1 Época

A amostra do solo é retirada em qualquer período do ano, desde que pondere o prazo antecedente de 2 a 3 meses em relação ao plantio (SBCS, 2004).

2.2.2.5.4.6.1.2 Área

As amostras de solos devem ser retiradas em terrenos de extensão menor ou igual a 10 hectares (RAIJ, 1981). Esta área deve ter o mesmo tipo de solo, topografia e vegetação. Caso haja divergência destes fatores, é necessário realizar uma amostra para cada um dos diversos tipos de solo existentes no local (SBCS, 2004).

2.2.2.5.4.6.1.3 Coleta

A retirada da amostra de solo pode ser efetuada com alguns instrumentos como: pá de jardineiro, enxadão (RAIJ, 1981), trados (holandês, rosca, calador, caneca, fatiador) (SBCS, 2004).

As amostras são coletadas em 20 pontos da área determinada, seguindo um sentido de zigue-zague (RAIJ, 1981), na profundidade de 0 – 20 cm, para culturas anuais e perenes. As porções de solo são acondicionadas em um recipiente sem contaminantes, de preferência plástico (SBCS, 2004).

Com todos os pontos coletados, faz-se uma homogeneização do volume de solo, retira uma quantidade de 500g e a envia a um laboratório, em saco plástico com identificação da área (RAIJ, 1981).

Rabelo (2000) adverte a não remoção de amostras de solo adjuntos de formigueiro, e onde há vestígios de adubos.

2.2.2.6 Análise de Laboratório

2.2.2.6.1 Preparação da amostra de solo

A amostra de solo no laboratório é organizada para que possa ser efetivamente analisada segundo a característica química.

O solo inicia-se com o processo de aquisição da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), sendo depositado em papel, triturado com madeira, seco (ambiente ou estufa), cessado na peneira de 2 mm. Com a TFSA, coloca-la em saco plástico (RABELO, 2000; EMBRAPA, 2011).

Em seguida a TFSA é disposta em uma placa de petri e seca na estufa 105°C pelo período de 24 horas. Este solo é moído com peneira 2 mm e depois transferido para sacos plásticos, sendo lacrados para impedir a umidade. Com este processo, obtém a TFSE (Terra Fina Seca à Estufa). (RABELO, 2000; EMBRAPA, 2011).

2.2.2.6.2 Determinação: Acidez Ativa ou pH

A acidez ativa ou pH é determinada em água ou em solução de cloreto de cálcio (CaCl_2) ou cloreto de potássio (KCl) (RABELO, 2000; EMBRAPA, 2011).

O processo de análise inicia com 10 ml de TFSA em um coletor plástico, sendo acrescentado 25 ml de água ou 0,01 M de CaCl_2 ou KCl. Então a solução é sacudida por um bastão de vidro, ficando em descanso por meia hora. Após este período, utiliza o instrumento pHmetro aferido com padrões 4 e 7, para realizar a leitura potenciométrica no valor de pH (RABELO, 2000; EMBRAPA, 2011). Usa-se o instrumento potenciômetro com eletrodo (pHmetro) para leitura.

2.2.2.6.3 Determinação: Acidez trocável ou alumínio

A determinação da acidez trocável, ou do alumínio (Al^{3+}), pois o hidrogênio é irrisório, inicia-se com a extração da acidez do Al^{3+} pelo KCl, em seguida ocorre sua titulação com NaOH, promovendo a hidrólise do Al^{3+} , soltando o H^+ (RABELO, 2000; EMBRAPA, 2011).

Acondiciona 10 g de TFSA e 100 ml de KCl 1 N no erlenmeyer (125 ml) e repouse por uma noite. Retire 25 ml e coloque em erlenmeyer de 125 ml. Acresça 3 gotas do indicador azul de bromotimol 0,1%. A seguir titule este líquido com solução de NaOH 0,025 N. A passagem acontece no momento da transição do amarelo para o azul esverdeado. Então marque o volume consumido. Cálculo (RABELO, 2000; EMBRAPA, 2011). A bureta é utilizada como instrumento.

$\text{Meq Al}^{3+}/100 \text{ ml TFSA ou } \text{cmol}_c \text{ Al}^{3+}/\text{dm}^3 \text{ TFSA} = \text{Volume de NaOH da titulação}$

2.2.2.6.4 Determinação: Acidez Potencial ou Hidrogênio + Alumínio

No solo existem outros componentes que colaboram para a acidez, juntamente com o H^+ e o Al^{3+} . O elemento químico acetato de cálcio ($C_4H_6CaO_4$) colabora para a remoção das bases e o Al^{3+} , ioniza a matéria orgânica (fenóis e carboxilas) e o OH das argilas do solo. O ânion acetato associa-se ao H^+ transformando-se no ácido acético ($C_2H_4O_2$). O Ca^{2+} imobiliza o H^+ que oriunda do solo. Com o H^+ retirado do solo, por meio da titulação de NaOH, é possível determinar o valor de H^+ na unidade de meq/100ml ou $cmol_c dm^{-3}$ (RABELO, 2000; EMBRAPA, 2011).

No erlenmeyer de 125 ml, deposita-se 5 g de TFSA e 75 ml de acetato de cálcio 1 N pH 7. A seguir, abalar e repousar a mistura durante a noite. Então contrai 25 ml da dessa solução e coloque-a no erlenmeyer (125 ml). Apronte uma prova em branco.

Acrescente 3 gotas de fenolftaleína e realize a titulação com NaOH 0,025 N. observe a mudança da cor incolor para a rósea e assinale o volume necessário para a ocorrência da viragem. Usa-se a bureta como instrumento.

$$Meq (H^+ + Al^{3+}) / 100 \text{ ml TFSA ou } cmol_c (H^+ + Al^{3+}) / dm^3 \text{ TFSA} = (V_a - V_b) \times 1,65$$

V_a = Volume (ml) de NaOH utilizado na amostra

V_b = Volume (ml) de NaOH utilizado na prova em branco

2.2.2.6.5 Cálcio e Magnésio Trocáveis

O cálcio e o magnésio nutrientes são importantes para o desenvolvimento das plantas. O Ca^{2+} e o Mg^{2+} adicionados ao indicador eriochromo T (NET) sob pH 10, resultando em uma cor rosa-violeta. A esta solução acrescenta-se o EDTA (sal dissódico), o qual promove a atração dos cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} . Tal reação é observada pela cor azul do indicador (RABELO, 2000).

Coloca-se 10 g de TFSA e 100 ml de KCL 1N em um erlenmeyer de 125 ml. Depois de movimentar a solução por 5 minutos e permitir o descanso por uma noite, retira 25 ml da mesma e deposita em um erlenmeyer (125 ml). A seguir, a este recipiente, acrescenta-se 4 ml de coquetel (solução tampão, trietanolamina, KCN), uma pitada (15mg) de ácido ascórbico e 3 gotas de NET. Próxima etapa é realizar a

titulação com EDTA 0,025 N, incidindo a mudança da cor roxo-violeta para azul, por meio da bureta. Marcando o valor do volume usado. Fórmula (RABELO, 2000):

$\text{Meq} (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) / 100 \text{ ml TFSA}$ ou $\text{cmol}_c (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) / \text{dm}^3 \text{ TFSA} = \text{Volume de EDTA usada na titulação}$

2.2.2.6.6 Cálcio Trocável

Pelo processo de titulação do cálcio, verifica-se o valor do cálcio trocável ao abstrair-lo do elemento magnésio. A solução com um pH alto, ocasionada pelo KOH, o Mg^{2+} se une ao hidróxido e precipita, deixando de reagir com o EDTA (sal dissódico). O indicador (murexida) acrescentado à solução com a presença de Ca^{2+} acarreta uma cor rosa. Então é acrescentado, a esta solução, o EDTA que irá “afastar” o Ca^{2+} do indicador e unificando o íon ao EDTA, deixando o indicador na cor violeta (RABELO, 2000).

Depois de associar 10 g de TFSA à 100 ml de KCl 1 N, e captar 25 ml desta solução, adiciona a esta, 3 ml de KOH a 10% e 15 mg de murexida, deixando a solução com a cor rósea. Em seguida faz-se a titulação com EDTA 0,025 N, acertando para a cor violeta, com a bureta. Então reserve o resultado do volume utilizado (RABELO, 2000; EMBRAPA, 2011). Fórmula (RABELO, 2000):

$\text{Meq} (\text{Ca}^{2+}) / 100 \text{ ml TFSA}$ ou $\text{cmol}_c(\text{Ca}^{2+})/\text{dm}^3 \text{ TFSA} = \text{Volume de EDTA usada na titulação}$

2.2.2.6.7 Magnésio Trocável

O valor do magnésio trocável (Mg^{2+}) é adquirido pela subtração do teor de ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) pelo teor de (Ca^{2+}). Expressão (RABELO, 2000):

$\text{Meq} \text{Mg}^{2+}/100 \text{ ml TFSA} = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/100 \text{ ml TFSA} - \text{Meq} \text{Ca}^{2+} /100 \text{ ml TFSA}$
 $\text{cmol}_c \text{Mg}^{2+}/\text{dm}^3 \text{ TFSA} = \text{cmol}_c (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/\text{dm}^3 \text{ TFSA} - \text{cmol}_c \text{Ca}^{2+}/\text{dm}^3 \text{ TFSA}$

2.2.2.6.8 Potássio Trocável e Sódio (Na⁺)

O potássio trocável e o sódio (Na⁺) é extraído por meio da solução Mehlich 1 (HCl 0,05N e H₂SO₄ 0,025 N). A verificação do valor do potássio é realizada pelo fotômetro de chama, aferido a zero com água deionizada, que avalia as radiações emanadas pelos elétrons da solução. Realizar a leitura (número em ppm) direta do extrato do solo, ou em mg dm⁻³, com o fotômetro de chama. Expressão (RABELO, 2000):

ppm de K na TFSA ou mg de K/dm³.TFSA = Leitura x 10

Leitura = valor adquirido em ppm no extrato do solo

10 = dissolvido 10 g de solo em 100ml de solução Mehlich 1

Após as amostras de solo serem avaliadas, o laboratório determina os valores finais das análises do solo (EMBRAPA, 2011):

pH (CaCl₂)= Número da leitura

Valor da Saturação por Bases (V%):

V%= 100 x Valor S / Valor T

Em que:

Valor S (cmol_e/kg)= Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺

Valor de T (cmol_e/kg) =Valor S + H⁺ + Al³⁺(Acidez potencial)

Assim o laboratório fornece os resultados de pH e V% e T (CTC).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito de duas fontes de calcário sobre propriedades químicas do solo do Cerrado.

3.2 Objetivos Específicos

Avaliar o efeito do calcário dolomítico e do calcário líquido sobre o pH e sobre a saturação por bases no solo do Cerrado após suas aplicações no solo do Cerrado.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

A pesquisa foi realizada em Goiânia – GO, no Campus II da PUC-GO no campo experimental do Curso de Zootecnia, realizado no período de setembro de 2014 até fevereiro de 2015. O local de estudo está situado a 16° 44' 34" de latitude S e 49° 12' 46" de longitude W a uma altitude de 783 metros. O solo da área do experimento é um Latossolo Vermelho-amarelo, distrófico (EMBRAPA, 2006), apresentando uma granulometria de 310 g/kg de argila; 80 g/kg de limo e 610 g/kg de areia. O terreno apresentava uma declividade de 2,5% e estava ocupada por capim Braquiária (*Brachiaria decumbens*).

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015), da estação Goiânia – Go os índices relevantes de chuvas acumuladas em 24 horas nos meses, ou período do experimento foram:

Mês de novembro de 2014: a precipitação mensal acumulou em torno de 210 mm, havendo um volume de chuvas de 10 a 20 mm nos dias 03, 13, 15, 22, 24. No dia 28, as chuvas aumentaram, chegando a um volume próximo a 42 mm. Nos demais dias as chuvas foram mais escassas, alcançando uma média de aproximadamente 10 mm.

Mês de dezembro de 2014: a precipitação mensal acumulou em torno de 270 mm. Houve um maior volume de chuvas nos dias 01, 03, 06 e 08, com uma média de 53 mm. Nos dias 23 e 24 obteve-se uma média de 30 mm. Nos demais dias, ocorre uma redução bastante expressiva das chuvas.

Mês de janeiro de 2015: a precipitação mensal acumulou por volta de 80 mm. No dia 03 ocorre um maior volume de chuvas do mês, com 31 mm, seguido de uma escassez total de precipitação, retornando a chover, uma média de 10mm, apenas nos últimos 8 dias do mês.

Mês de fevereiro de 2015: a precipitação mensal acumulada foi de quase 230 mm. Nos primeiros 8 dias do mês, choveu uma média de 25 mm, havendo uma redução bastante expressiva nos dias seguintes. Na segunda quinzena, ocorre uma média de precipitação entorno de 16 mm, mas especificamente no dia 25, o volume de chuvas atingem 32 mm.

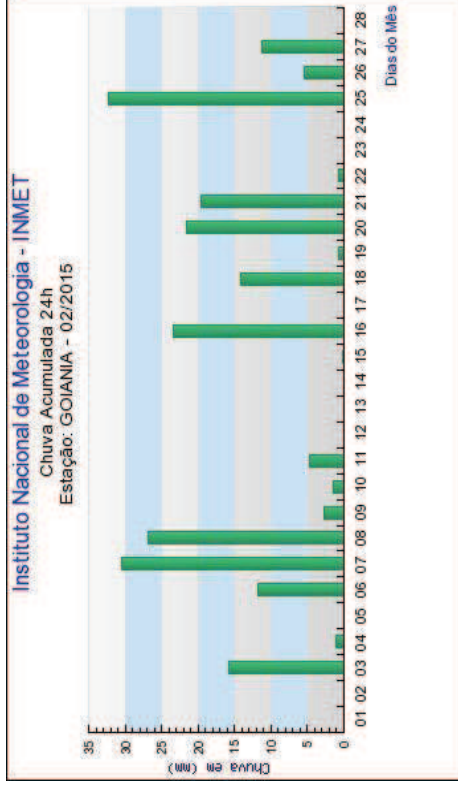
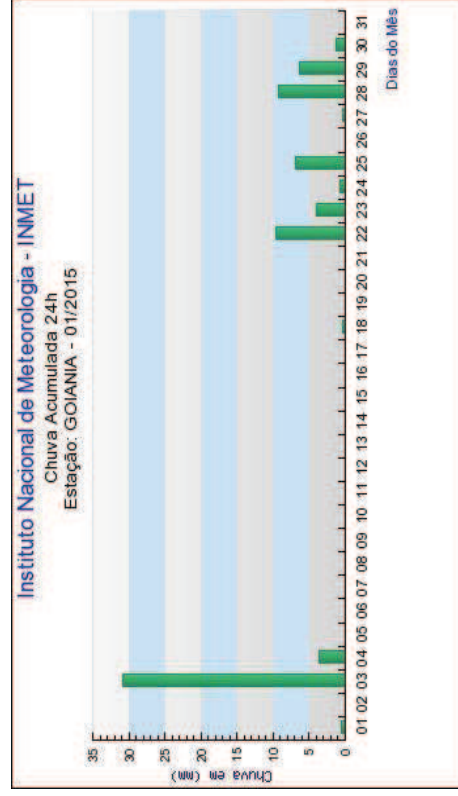
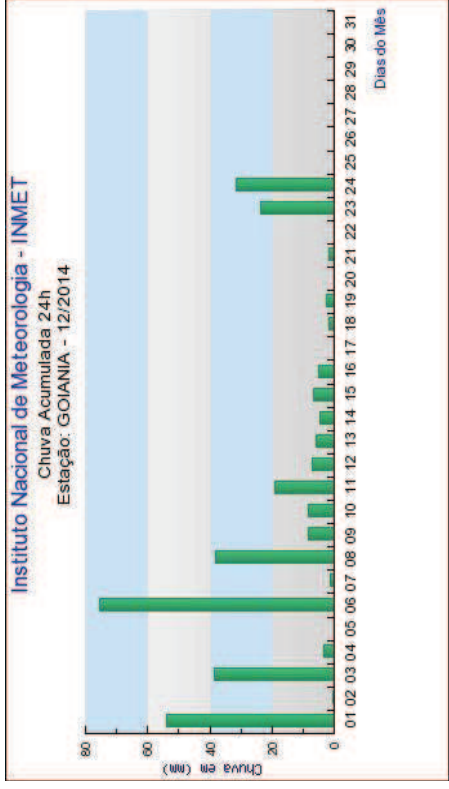
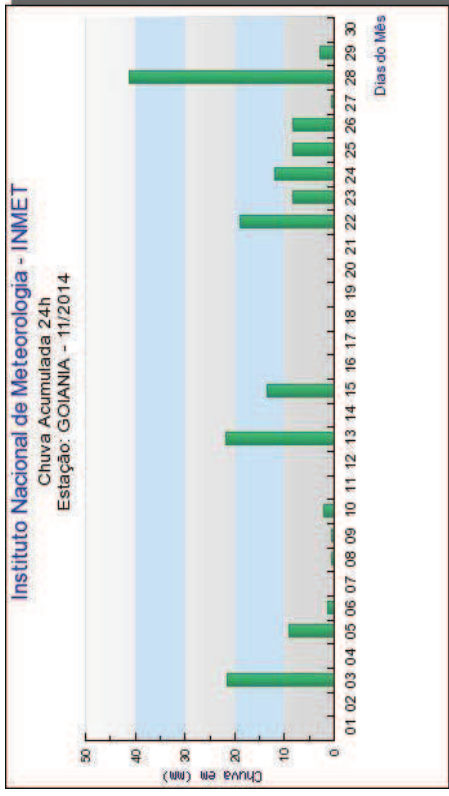


Figura 2. Gráficos de volume de chuvas diários nos períodos de novembro de 2014 à fevereiro de 2015.
 Fonte: INMET(2015).

4.2 Coleta de dados

4.2.1 Amostra de solo inicial

A retirada das amostras de solo da área ocorreu no mês de novembro de 2014 em 10 pontos, na profundidade de 0 a 20 cm, para o cálculo da quantidade de calcário dolomítico a ser aplicada no terreno. Estas amostras foram embaladas e identificadas, individualmente, em saco plástico transparente, e transportadas para a análise no laboratório de solos da PUC Goiás.

4.2.2 Tratamento: Preparo e implantação do experimento

No mês de setembro e outubro de 2014, realizaram-se a limpeza da área ocupada com o capim Braquiária (*Brachiaria decumbens*) e a aquisição dos calcários dolomítico (sólido) e líquido.

No mês de novembro de 2014, o terreno foi gradeado, com o implemento agrícola arado de aiveca e posteriormente com a grade de arado de 16 discos de 14 polegadas, revolvendo o solo até 20 cm. Neste mesmo mês, realizou-se a confecção, a divisão e a identificação dos dois tratamentos (calcário dolomítico, calcário líquido) e sete repetições, com o total de 14 canteiros, confeccionados cada um com 2 m (metros) de comprimento, 3,5 m de largura com espaçamento de 1 m na parte interna e externa dos canteiros, totalizando uma área de 154 m².

L	D	D	L	D	L	L
D	L	L	D	L	D	D

Figura 3. Croqui do experimento.

Legenda: D= Calcário Dolomítico e L= Calcário Líquido



Figura 4. Experimento no Campus II (PUC Goiás).

Os resultados preliminares da amostra de solo, segundo Rabelo (2000) e Embrapa (2011), referente à profundidade de 0 a 20 cm foram de CTC (Capacidade de troca de cátions) = 4,08, pH= 5,0 e V (Saturação por Bases) = 50,98%, utilizados para determinar a NC (Necessidade de Calcário) do calcário dolomítico, considerando uma elevação da V% = 70, conforme recomendação para o cultivo de uma forrageira (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata) exigente em nutrientes (LUZ et al., 2001).

A NC do calcário dolomítico calculada foi de 844 t/ha (a PRNT=100%). Aplicou-se, proporcionalmente, 590g deste calcário para cada canteiro de 7m². As características do calcário dolomítico são: 29% de CaO, 19% de MgO, 99% de PN e PRNT: 91,87%. A aplicação no solo deste calcário foi realizada manualmente a lanço, seguida de uma posterior incorporação, com enxada, até a profundidade de 5 cm, no dia 20 de novembro de 2014.

O calcário líquido foi aplicado de acordo com as recomendações do fabricante, sendo o volume aplicado de 10L/ha, diluído em 200L, na devida proporção para a dimensão dos sete canteiros de 7m², sendo 49 ml de calcários dissolvidos em 931 ml de água, totalizando 980 ml de mistura, sendo aplicada então 140 ml/canteiro. As propriedades do calcário líquido são: 23% de CaO, 18,5% de MgO (70,52% de carbonato de cálcio e magnésio). Este calcário foi aplicado com pulverizador manual e incorporado com rastelo ao solo, no dia 20/11/14.

4.2.3 Condução do experimento

Com 30, 60 e 90 dias após a adição dos calcários ao solo, foram retiradas amostras de cada uma das 7 repetições dos tratamentos, onde cada amostra foi proveniente de duas porções de solo, nas mesmas profundidades (0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm), aos 30, 60 e 90 dias para análise, conforme Rabelo (2000) e Embrapa (2011), no laboratório da PUC-GO, para avaliar o efeito das diferentes fontes de calcário sobre o pH e as saturações por bases do solo nestes períodos.

4.3 Análise de Dados

A pesquisa utilizou um delineamento experimental inteiramente casualizado e obteve dados relativos aos tratamentos (calcário dolomítico e calcário líquido) quanto ao pH (cloreto de cálcio) e a saturação por bases, analisando-os nas profundidades (0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm), com sete repetições, e nos períodos de 30, 60 e 90 dias.

Estes dados obtidos são classificados como variáveis quantitativas, contínuas e dependentes, o que nos permite realizar testes paramétricos.

Os dados foram armazenados em planilha eletrônica. Testou-se a normalidade (Kolmogorov-Smirnov) das variáveis (pH e saturação por bases) para a realização das análises posteriores.

Para verificar o efeito dos diferentes tratamentos sobre as variáveis utilizadas, realizou-se uma Análise de Variância de Dupla Entrada em que as fontes de variações consideradas foram o tipo de calcário (sólido e líquido), o tempo de duração do experimento (30, 60 e 90 dias) e suas interações.

O modelo da análise de variância é descrita por

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + t_j + (Tt)_{ij} + \epsilon_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = análise de variância;

μ = valor da média;

T = o tratamento (fator 1);

t = o tempo (fator 2);

Tt = interação dos fatores;

\mathcal{E} = erro da medida na repetição;

i, j e k = repetições.

Nos casos em que a ANOVA indicou a existência de diferenças significativas entre os tratamentos, foi realizado um teste Tukey (5%) para a comparação das médias dos tratamentos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise do pH

Profundidade de 0 - 5 cm:

Segundo a Análise de Variância, na profundidade de 0 - 5 cm, houve um efeito significativo nos tratamentos dos calcários, no tempo de permanência do calcário no solo e na interação entre os tratamentos de calcário e o tempo de permanência no solo, entre o pH do solo, medido em cada canteiro (tabela 2).

Tabela 2. Resumo do Quadro de Análise de Variância de Dupla Entrada de pH na profundidade de 0 - 5 cm.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamento	1	13,486	13,486	<,0001
Tempo	2	0,443	0,221	0,0001
Tratamento*Tempo	2	0,163	0,081	0,0229

A comparação das médias de pH do solo, feita pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância, indicou que os valores do pH do calcário dolomítico foram superiores em relação aos valores do pH do calcário líquido (Figura 5).

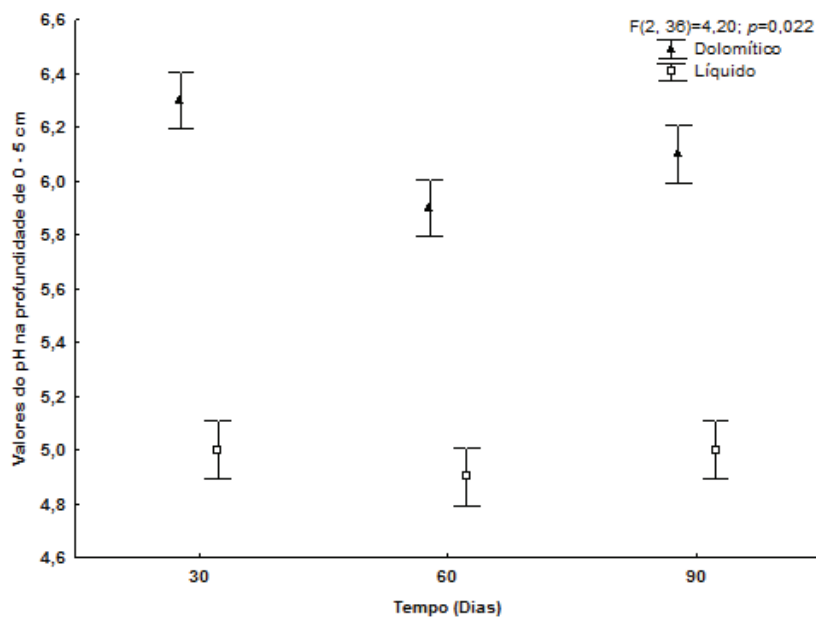


Figura 5. Comparação entre as médias dos valores do pH na profundidade de 0 - 5 cm.

Foi utilizado o teste de Tukey ($\alpha=5\%$) para comparar as médias de pH dos tratamentos de calcário do solo, mostrou que os períodos de permanência de 30 e 90 dias não diferiram significativamente entre si, mas foram significativos em relação a permanência de 60 dias, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Comparação entre as médias de pH nos diferentes tempos na profundidade de 0 - 5 cm.

Tempo	Média	*
30	5,65	A
90	5,55	A
60	5,40	B

*Médias seguidas por letras iguais não se diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste Tukey.

O resultado mostrou que do índice de acidez do pH obtido pelo calcário dolomítico proporcionou uma correção do pH (Figura 5). Este fato foi condizente ao relato de Mello et al. (1983), ao considerar que o valor de pH estando entre 6,0 a 6,5, o solo está propício para o desenvolvimento da maioria das plantas, pois nesta variação de índice de pH, as raízes das plantas absorvem a maioria dos nutrientes existentes no solo.

Pode-se supor que a ação positiva ocasionada pelo calcário dolomítico ocorreu devido uma incorporação do mesmo ao solo, conforme recomendações de Prado & Natale (2004), pois segundo Veronese et al. (2012) e Ramos et. al. (2006) há a necessidade de haver um contato do produto com o solo, para que haja à atuação do corretivo na extensão da aplicação.

Esta resposta alcançada pelo calcário dolomítico pressupõe que a ação do corretivo foi positiva ao reduzir a acidez do solo, uma vez que, de acordo com SBCE (2004), o calcário é composto por neutralizantes carbonáticos (CaCO_3 e MgCO_3), e ao entrar em contato com o solo ocorre uma reação do carbonato com o hidrogênio (H^+) presentes na solução do solo, e conseqüentemente, conforme Silva (2013), ocorre a neutralização os íons H^+ livres por meio de um OH^- (ânion hidroxila) resultando em água, de acordo com a reação química $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$.

O resultado mostrou que o calcário líquido não provocou um aumento do pH do solo, onde pode-se observar conclusões análogas a Reis & Nogueira (2013), pois as concentrações de carbonato de cálcio e magnésio não são suficientes para anular o efeito dos íons H^+ do solo de acordo com Bambolim et al. (2015).

Os resultados da análise do pH do solo indicam que os períodos de permanência de 30 e 90 dias influenciaram positivamente apenas o efeito do calcário dolomítico, pois pressupõe que o fator índice pluviométrico observado, de acordo com INMET (2015), que se mostrou presente, nestes períodos, também possa ter influenciado positivamente na ação do calcário dolomítico. De acordo com observações de Ramos et al. (2006), a água é necessária para que o calcário em pó possa ser dissolvido e efetuar sua ação. Sendo assim, acredita-se então que o período de 60 dias não surtiu grande influência nos tratamentos, supostamente em consequência da escassez das chuvas neste tempo segundo INMET (2015).

Profundidade de 5 - 10 cm:

De acordo com a Análise de Variância, na profundidade de 5 - 10 cm, houve um efeito significativo no tratamento dos calcários em relação ao pH do solo. Não houve um efeito significativo do tempo de permanência do calcário no solo e também da interação entre os tratamentos de calcário e o tempo de permanência no solo entre o pH do solo, medido em cada canteiro (tabela 4).

Tabela 4. Resumo do Quadro de Análise de Variância de Dupla Entrada de pH na profundidade de 5 - 10 cm.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamento	1	4,666	4,667	<,0001
Tempo	2	0,023	0,0117	0,6243
Tratamento*Tempo	2	0,023	0,0117	0,6243

A comparação das médias de pH, feita pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$), indicou que os valores do pH do calcário dolomítico foram superiores em relação aos valores do pH do calcário líquido, conforme a Figura 6.

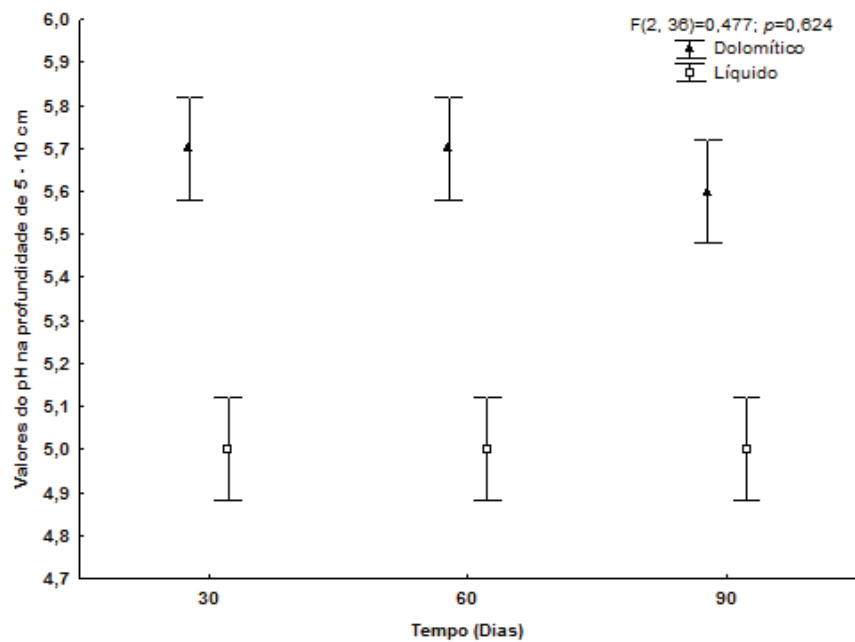


Figura 6. Comparação entre as médias dos valores do pH na profundidade 5 - 10 cm.

Os resultados de pH do calcário dolomítico mostrou que o produto proporcionou uma redução da acidez, uma vez que, de acordo com Veloso et. al. (1992), o solo é considerado ácido ao apresentar um pH abaixo de 5,5.

Pode-se supor que este acréscimo no teor de pH tenha sido causado pela infiltração da água da chuva, segundo índices pluviométricos da IMNET (2015) ocorridos nos períodos analisados, já que a camada de 5 - 10 cm está logo abaixo da extensão (0 - 5 cm) a qual o calcário dolomítico sofreu incorporação. Acreditamos então que ocorreu uma percolação do produto pelo perfil do solo com a presença da água, uma vez que solo é constituído também por partes porosas (ar), de acordo com Embrapa (2006).

Os resultados do pH do calcário líquido, mostraram que não houve redução da acidez do solo, sendo equivalentes as observações realizadas por Reis & Nogueira (2013) e Silveira et al. (2014), de acordo com a Figura 6.

Profundidade de 10 - 20 cm:

Segundo a Análise de Variância, na profundidade de 10 - 20 cm, houve um efeito significativo no tratamento dos calcários em relação ao pH solo. Não ocorreu uma interação significativa do tempo de permanência do calcário no solo e também

na interação entre o tipo de calcário e o tempo de permanência no solo sobre o pH do solo, medido em cada canteiro (tabela 5).

Tabela 5. Resumo do Quadro de Análise de Variância de Dupla Entrada de pH na profundidade de 10 - 20 cm.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamento	1	0,572	0,572	0,0027
Tempo	2	0,070	0,035	0,5351
Tratamento*Tempo	2	0,303	0,151	0,0768

A comparação das médias de pH, feita pelo teste Tukey ($\alpha=5\%$), indicou que os valores do pH do calcário dolomítico foram superiores em relação aos valores do pH do calcário líquido, conforme a Figura 7.

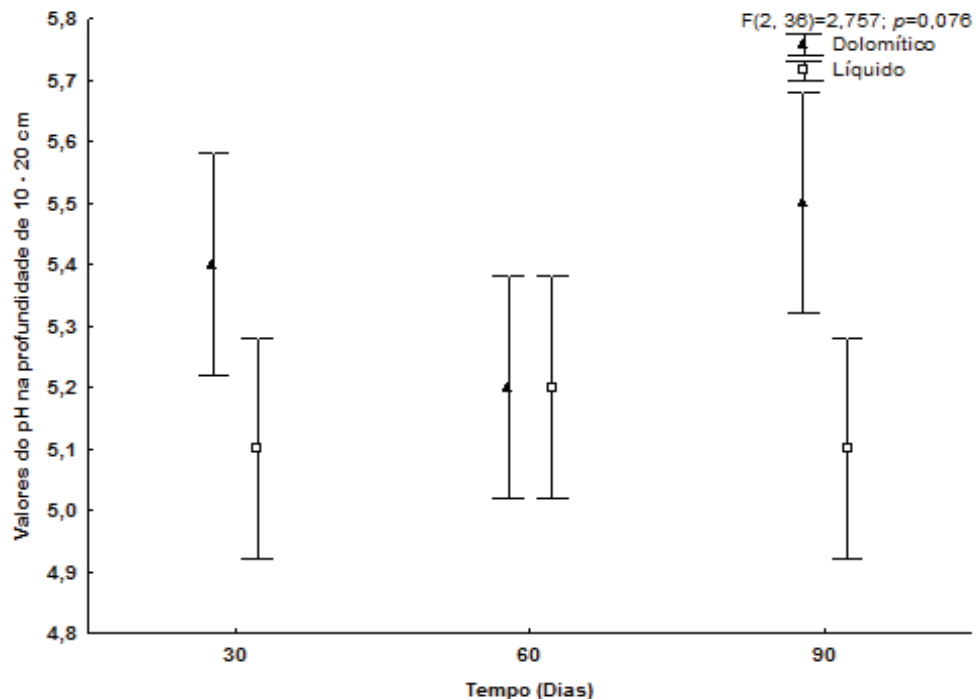


Figura 7. Comparação entre as médias dos valores do pH na profundidade de 10 - 20 cm.

Os resultados do pH do calcário dolomítico mostraram que apesar de ter obtido um valor de pH superior em relação ao pH do calcário líquido, o valor de pH obtido sugere se classificar como ácido.

Supomos que o solo tenha permanecido com as características de um solo do cerrado, pois as respostas foram semelhantes às observações de Veloso et al. (1992), onde relatam que o pH da maioria dos solos brasileiros apresentam um pH < 5,5, o que nos mostra que o calcário dolomítico não conseguiu atingir tal

profundidade em consistência, pois possui uma baixa mobilidade no solo (GONÇALVES et al., 2011), não promovendo uma redução na acidez do solo de maneira esperada, neste experimento.

Tal fato provavelmente ocorreu devido a não incorporação no solo na profundidade de 10 - 20 cm do calcário dolomítico e também supomos que a água não tenha conseguido conduzir produto até esta profundidade, de acordo com Alcarde (2005). Assim, o solo permanece com a presença de íons de hidrogênio, apresentando característica predominantemente ácida, um solo do cerrado, conforme observações de Montezano (2009).

As respostas do calcário líquido mostraram que não ocorreu a correção da acidez do solo, estando de acordo com as observações realizadas por Reis & Nogueira (2013) onde o produto não consegue alterar o teor de pH e conforme considerações de Silveira et al. (2014), esse fato é causado pela incapacidade do calcário líquido de afetar expressivamente os íons H⁺ do solo.

5.2 Análise da Saturação por Bases

Profundidade de 0 - 5 cm:

Segundo a Análise de Variância, na profundidade de 0 - 5 cm, houve um efeito significativo nos tratamentos dos calcários em relação à saturação por bases (SB) do solo, no tempo de permanência do calcário no solo e na interação entre os tipos de calcário e o tempo de permanência no solo sobre a saturação por bases (SB) do solo, medido em cada canteiro (tabela 6).

Tabela 6. Resumo do Quadro de Análise de Variância de Dupla Entrada da Saturação por Bases na profundidade de 0 - 5 cm.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamento	1	5618,624	5618,624	<,0001
Tempo	2	927,982	463,991	<,0001
Tratamento*Tempo	2	64,454	32,227	0,0005

Foi identificada uma interação significativa entre os tipos de calcário e os tempos, indicando que os períodos de permanência foram relevantes, principalmente na atuação do calcário dolomítico (tabela 6).

A comparação das médias de saturação por bases, feita pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$), indicou que os valores da saturação por bases do calcário dolomítico foram superiores em relação aos valores da saturação por bases do calcário líquido, Figura 8.

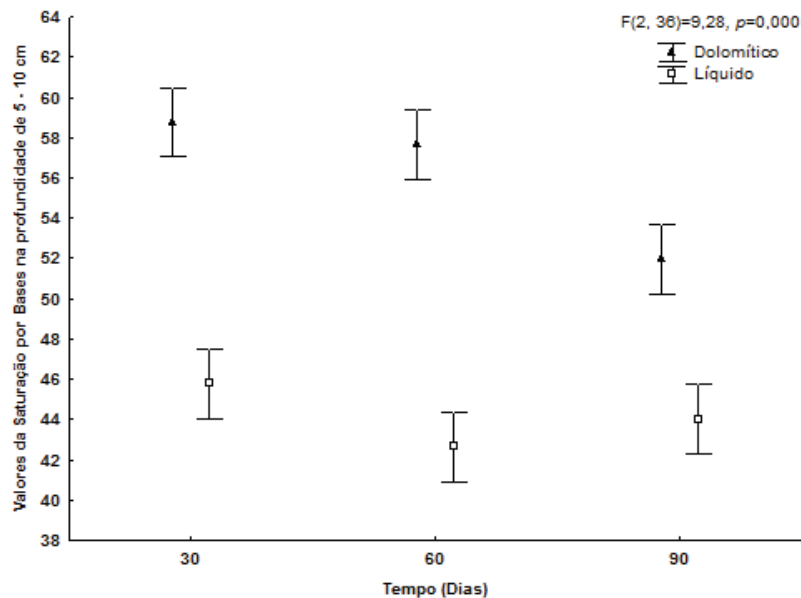


Figura 8. Comparação entre as médias dos valores da Saturação por Bases na profundidade de 0 - 5 cm.

O teste Tukey ($\alpha=5\%$) utilizado para comparar as médias de saturação por bases do tipo de calcário do solo mostrou que houve diferença significativa entre os períodos de permanência de 30, 60 e 90 dias, conforme Tabela 7.

Tabela 7. Comparação entre as médias de Saturação por Bases nos diferentes tempos na profundidade de 0 - 5 cm.

Tempo	Média	*
30	62,09	A
90	56,73	B
60	50,59	C

*Médias seguidas por letras iguais não se diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste Tukey.

As respostas das médias da saturação por bases mostrou que em relação ao calcário dolomítico, ocorreu uma variação nos períodos de permanência, com destaque para o período de 30 dias, em que se notou que o calcário dolomítico

consegue atingir um teor de saturação por bases superior para o plantio de uma forrageira da variedade *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata, uma saturação por bases de 70%, de acordo com observações de Luz et al. (2001). Mas percebe-se que a média dos valores do calcário dolomítico atinge um valor bem próximo ao necessário (Figura 8) para o cultivo da uma forrageira da variedade *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata, por ser uma planta ser exigente em nutrientes, segundo observações realizadas por Luz et al. (2001).

Acredita-se que a elevação da SB ocasionada após a aplicação do calcário dolomítico, demonstrou o efeito prometido do produto, pois segundo observações de Veloso et al. (1992), o calcário em questão, além de efetuar a redução da acidez do solo, também adiciona teores de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), pois promove a saída do H^+ e Al^{3+} do solo proporcionando a entrada de Ca^{2+} e Mg^{2+} , aumentando a saturação por bases e o pH, segundo considerações de Mello (1983).

Os resultados observados da SB para o calcário líquido mostraram que não ocorreu à elevação da SB suficientes para o cultivo de um *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata. Estas respostas se assemelham às considerações realizadas por Reis & Nogueira (2013), fato justificado pela concentração insuficiente de carbonato de cálcio e de magnésio capazes de acrescentar efetivamente Ca^{2+} e Mg^{2+} segundo observações e conclusões de Bambolim et al. (2015).

Os resultados das análises revelaram que a permanência de 30 dias possam ter sido influenciados mais intensamente a SB do que ou outros períodos de permanência, os quais também tiveram uma distinta interferência na SB. Supomos que o fator índice de chuvas ocorridas no período de permanência de 30 dias, de acordo com INMET (2015), também possa ter influenciado na ação do calcário em pó, já que a água é relevante para dissolver e promover a ação de aumento da SB do calcário dolomítico, segundo Ramos et al. (2006), adicionando cálcio e magnésio e conseqüentemente elevando a SB, de acordo com Mello (1983).

Profundidade de 5 - 10 cm:

Segundo a Análise de Variância, na profundidade de 5 - 10 cm, houve um efeito significativo do tipo do calcário na saturação por bases (SB) do solo, na interação entre o tipo de calcário e o tempo de permanência no solo sobre a

saturação por bases (SB) do solo e do tempo de permanência do calcário no solo, medido em cada canteiro (tabela 8).

Tabela 8. Resumo do Quadro de Análise de Variância de Dupla Entrada da Saturação por Bases na profundidade de 5 - 10 cm.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamento	1	1509,481	1509,481	<,0001
Tempo	2	128,533	64,267	<,0001
Tratamento*Tempo	2	92,829	46,414	0,0006

Foi identificada uma interação significativa entre os tipos de calcário e os tempos, indicando que os períodos de permanência foram relevantes nos tipos de calcário (Tabela 8).

A comparação das médias de saturação por bases, feita pelo teste Tukey ($\alpha=5\%$), indicou que os valores da saturação por bases do calcário dolomítico foram superiores em relação aos valores da saturação por bases do calcário líquido, conforme a Figura 9.

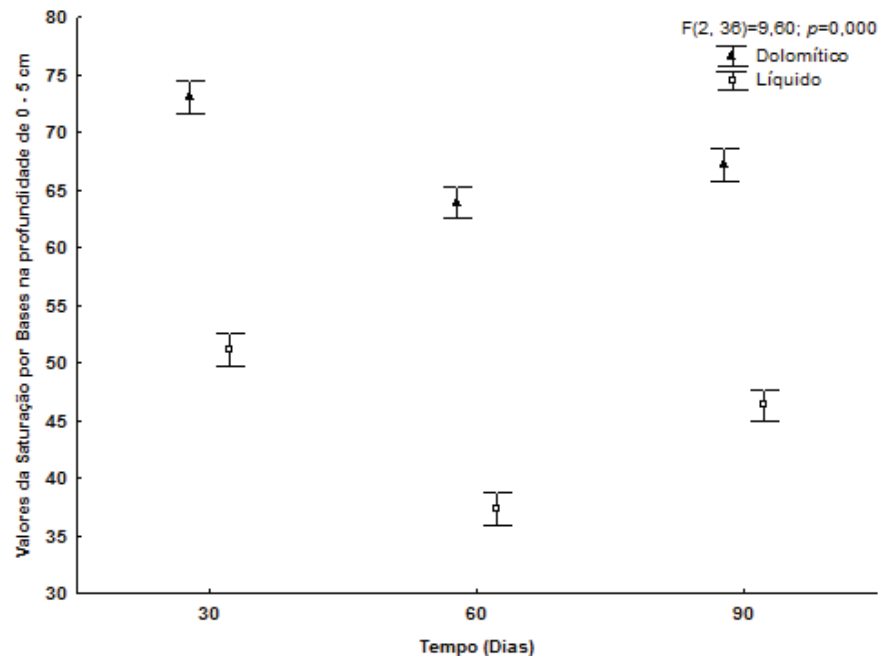


Figura 9. Comparação entre as médias dos valores da Saturação por Bases na profundidade de 5 - 10 cm.

Foi utilizado o teste Tukey ($\alpha=5\%$), para comparar as médias de saturação por bases dos tipos de calcário em relação à SB do solo, mostrou que houve

diferença significativa entre os períodos de permanência de 30, 60 e 90 dias, conforme Figura 9.

Tabela 9. Comparação entre as médias da Saturação por Bases nos diferentes tempos na profundidade de 5 a 10 cm.

Tempo	Média	*
30	52,28	A
60	50,16	B
90	47,99	C

*Médias seguidas por letras iguais não se diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste Tukey.

Os resultados de Saturação por Bases revelou que a SB do calcário dolomítico atinge um valor abaixo do necessário para o cultivo de uma forrageira da variedade *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata, a qual exige uma SB de 70%, segundo Luz et al. (2001), devido a não incorporação do produto nesta profundidade, que é necessária para o aumento da SB promovido pelo contato do corretivo, segundo Ramos et al. (2006).

Supomos que a variação da SB ocorrida seja devido a adição de uma baixa quantidade de Ca e Mg, possa ter percolado pelo solo, por meio da água da chuva, conforme INMET (2015), oriundos da camada superior (0 - 5 cm) onde o corretivo calcário dolomítico, que contém os elementos químicos cálcio e magnésio, foi incorporado conforme Veloso et al. (1992).

Os resultados observados pelo calcário líquido mostraram que não houve aumento da SB suficientes para o cultivo do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata, a qual exige uma SB de 70%, segundo Luz et al. (2001), resultados sendo semelhantes a conclusões de Reis & Nogueira (2013) e Bambolim et al. (2015).

Os resultados da análise da média da SB dos calcários demonstrou que o período de permanência de 30 dias ocasionou uma influência de maior significância na SB dos tipos de calcário em relação aos outros períodos.

Profundidade de 10 - 20 cm

Segundo a Análise de Variância, na profundidade de 10 - 20 cm, houve um efeito significativo do tipo de calcário na saturação por base do solo, e do tempo de permanência do calcário no solo, mas existiu um efeito significativo na interação

entre o tipo de calcário e o tempo de permanência no solo sobre a saturação por bases (SB) do solo, medido em cada canteiro (tabela 10).

Tabela 10. Resumo do Quadro de Análise de Variância de Dupla Entrada da Saturação por Bases na profundidade de 10 a 20 cm.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamento	1	683,246	683,246	<,0001
Tempo	2	51.992	25,996	0,0098
Tratamento*Tempo	2	1.331	0,665	0,8741

A comparação das médias de saturação por bases feita pelo teste Tukey ($\alpha=5\%$), indicou que os valores da saturação por bases do calcário dolomítico foram superiores em relação aos valores da saturação por bases do calcário líquido, conforme a Figura 10.

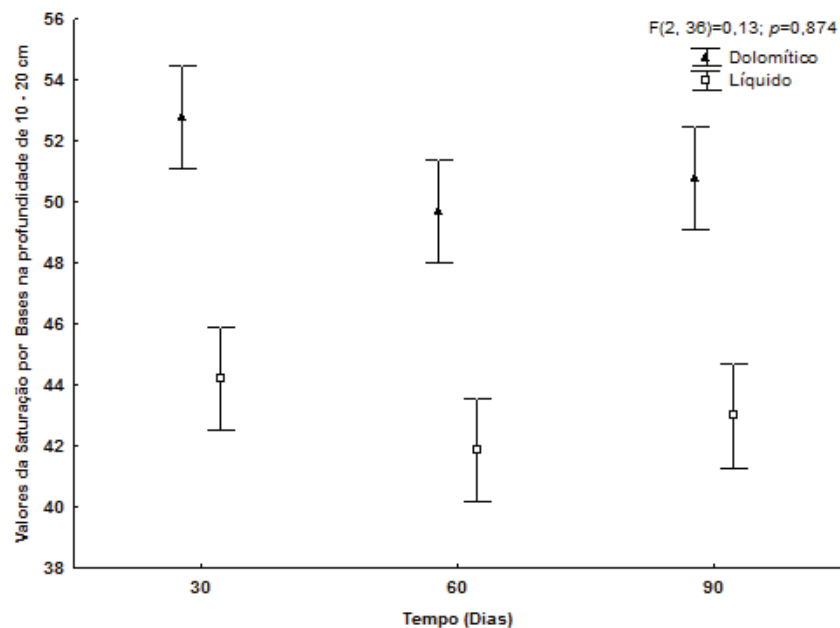


Figura 10. Comparação entre as médias dos valores da Saturação por Bases na profundidade de 10 - 20 cm.

Foi utilizado o teste Tukey ($\alpha=5\%$) para comparar as médias de saturação por bases do tipo de calcário do solo mostrando que houve efeito significativo nos períodos de permanência de 30 e 90 dias. Esta diferença não foi observada no período de 90 dias, conforme Tabela 11.

Tabela 11. Comparação entre as médias de Saturação por Bases nos diferentes tempos na profundidade de 10 - 20 cm.

Tempo	Média	*
30	48,485	A
90	46,880	B A
60	45,775	B

*Médias seguidas por letras iguais não se diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste Tukey.

Os resultados da Saturação por Bases (SB) revelaram que o calcário dolomítico obteve um valor de SB considerado baixo (Figura 10), para o cultivo do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata, que necessita de uma SB de 70%, segundo Luz et al. (2001). Supomos que o produto não causou um acréscimo dos elementos cálcio e magnésio provenientes do calcário dolomítico, nesta profundidade, de acordo com observações de Veloso et al. (1992), pois são nutrientes químicos que aumentam a saturação por bases, conforme Mello (1983), pois não houve incorporação do calcário dolomítico nesta profundidade, onde esta prática é relevante para a que o cálcio e magnésio seja adicionado ao solo, elevando a SB, segundo Ramos et al. (2006).

Os resultados da SB do calcário líquido foram semelhantes a conclusões de Reis & Nogueira (2013) e Bambolim et al. (2015), pois também não ocorreu a elevação da SB, uma vez que este produto não contém concentrações de OH^- capazes de neutralizar os íons H^+ , conforme Bambolim et al. (2015), não permitindo que o cálcio e o magnésio do calcário líquido aumente a SB do solo.

Os resultados da análise da SB demonstrou que o período de permanência de 30 e 60 dias obtiveram uma diferença significativa. O período de 30 dias ocasionou uma maior influência na SB dos tipos de calcário em relação aos outros períodos. Mas supomos que o solo ainda permanece com um valor de SB, cálcio e magnésio baixo, permanecendo com características de um solo do cerrado, de acordo com apontamentos de Ramos (2006) (Tabela 11).

6 CONCLUSÕES

Os efeitos quanto à correção da acidez e saturação por bases pode ser observado em relação ao calcário dolomítico (sólido), sobretudo na área incorporada. Apesar da baixa mobilidade no solo, este tipo de corretivo continua sendo, possivelmente, uma alternativa para a redução da acidez do solo em superfície, a fim de recuperar as pastagens degradadas.

O calcário líquido não reduziu a acidez e também não elevou a saturação por bases na superfície do solo, portanto, provavelmente, não sendo indicado para tal feito.

7 REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J. C. *Corretivo de acidez dos solos: características e interpretações técnicas*. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), 2005. 24 p. (Boletim técnico, v.6).
- ANGELO, H.; POMPAMAYER, R. S.; VIANA, M. C.; ALMEIDA, A. N.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; SOUZA, A. N. Valoração econômica da depredação do Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Cerrado brasileiro. *Revista Scientia Florestalis*, Piracicaba, v.40, n.93, p.35-45, 2012.
- BAMBOLIM, A.; CAIONE, G.; SOUZA, N.F.; SEBEN JÚNIOR, G. de F.; FERBONINK, G. F. Calcário líquido e calcário convencional na correção da acidez do solo. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia – MS, v.2, n.3, p.34-38, 2015.
- BELLINGIERI, P. A.; ALCARDE, J. C.; SOUZA, E. C. A. Reatividade de calcários agrícolas e a relação entre os teores de cálcio e magnésio. *Anais Da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, Piracicaba: ESALQ, 1988. v.45, p.499-515.
- COELHO, M. R.; FONTANA, A.; SANTOS, H. G. do. ; PEREZ, D. V.; O solo e a sustentabilidade agrícola no Brasil: um enfoque pedológico. In: IGOR, A. (Org.). *Solos e sociedade*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2014. v.39, n.3, p.30-37.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa SPI, 2006. 306p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solos*, 2.ed., Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Documento, v. 132).
- ERNANI, P.R.; RIBEIRO, M.S.; BAYER, C. Modificações químicas em solos ácidos ocasionadas pelo método de aplicação de corretivos da acidez e de gesso agrícola. *Scientia Agricola*, v.58, p.825-831, 2001.
- FALEIRO, F. G.; GAMA, L. C.; FARIAS NETO, A. L. de; SOUSA, E. dos S. de. O Simpósio Nacional sobre o Cerrado e o Simpósio Internacional sobre Savanas Tropicais. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de (Org.). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*, Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. v.1, p.33-46.
- FELFILI, J.M.; SILVA JUNIOR, M.C. Diversidade alfa e beta no cerrado sensu stricto, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Orgs.). *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p.143-154.

FREIRIA, A. C.; MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; YAGI, R. Alterações em atributos químicos do solo pela aplicação de calcário na superfície ou incorporado. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.30, n.2, p.285-291, 2008.

GOMES, F.T.; BORGES, A.C.; NEVES, J.C.; FONTES, P.C.R. Influência da calagem nas propriedades químicas do solo, estado nutricional e produção da alfafa em um solo ácido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.12, p.1779-1786, 2002.

GONÇALVES J.R.P.; MOREIRA A.; BULL L.T.; CRUSCIOL C.A.C.; VILLAS BOAS R.L. Granulometria e doses de calcário em diferentes sistemas de manejo. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.33, p.369-375, 2011.

GOEDERT, W. J.; WAGNER, E.; BARCELLOS, A. de O. Savanas tropicais: dimensão, histórico e perspectivas. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de (Org.). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*, Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. v.1, p.49-77.

IBGE 2014. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro*. v.74, 2014. Disponível em:<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2014.pdf>Acesso em: 02 Dez.15.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia Nacional. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>Acesso em: 02 Dez.15.

JUNQUEIRA, D. I. *Flora arbórea florística entre unidades de conservação do cerrado em Goiás e Distrito Federal*. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília - DF. 2011.

LOPES, A. S.; DAHER, E. Agronegócio e recursos naturais no cerrado: desafios para uma coexistência harmônica. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de (Org.). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*, Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p.173-209.

LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R.; BRAGA, G. J.; VITTI, G. C.; LIMA, C. G. Tipos e doses de calcário nas características agronômicas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata em função dos métodos de aplicação. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.59, n.1, p.155-159, 2002.

LUZ, P. H. C.; SOBRINHO, E.M.O.; HERLING, V.R.; CONTI, R.M.C.; BRAGA, G.J.; LIMA, C.G. de. Efeitos de tipos e doses de calcário nas características químicas do solo e do capim – Tobiata (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n. 5, p. 1091-1097, 2001.

MARIA, I.C. de.; ROSSETTO, R.; AMBROSANO, E. J.; CASTRO, O.M.de.; NEPTUNE, A.M.L. Efeito da adição de diferentes fontes de cálcio no movimento de cátions em colunas de solo. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.50, n.1, p. 87-98, 1993.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. *Pastagens no cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, 2002. 32p. (Documento, 50).

MARTINS, M. L. *Fenologia, produção e pós-Colheita de frutos de Buriti (Mauritia Flexuosa L.f.) em três veredas do Cerrado no Estado de Goiás*. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

MELO, L.C.A.; AVANZI, J.C.; CARVALHO, R.; SOUZA, F.S. da.; PEREIRA, J.L.A.R.; MENDES, A.D.R.; MACÊDO, G.B.; Nutrição e produção de matéria seca de milho submetido a calagem e adubação sulfatada. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.41, n.2, p.193-199, 2011.

MELLO, F.A.F.; SOBRINHO, M. de O.C. do B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETTO, A. & KIEHL, J.C. *Fertilidade do solo*. 4.ed., São Paulo: Nobel, 1983. 400p.

MESQUITA, V. A. *Caracterização da diversidade microbiológica de solo do cerrado de Minas Gerais por eletroforese em gel de gradiente desnaturante (DGGE)*. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Genética) – Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

MONTEZANO, Z. F. *Aplicação de doses de calcário em área de rotação soja-milho em plantio direto no Cerrado para fins de definição de doses variadas*. 2009. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MUELLER, C. C.; MARTHA JÚNIOR, G. B. A agropecuária e o desenvolvimento socioeconômico recente do Cerrado. Capítulo 4. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de (Org.). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.p.105-169.

OLIVEIRA, I.P. de; CASTRO, F. G. F.; CUSTÓDIO, D. P.; MOREIRA, F. P.; PAIXÃO, V. V. da; SANTOS, S. M. dos; FARIA, C. D. Avaliação da calagem sobre os parâmetros quantitativos, qualitativos e nutricionais da forrageira tanzânia -1. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, UFG, Goiânia, v.30, n.1, p.71-75, 2000.

OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J.; SANTOS, R.S.M. dos. Manejo do solo e suas relações com a acidez e a disponibilidade de micronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, UFG, Goiânia, v.29, n.2, p.19-25, 1999.

OLIVEIRA, P.P.A; BOARETTO, A.E; TRIVELIN, P.C.O; OLIVEIRA, W.S.de; CORSI, M. Liming and fertilization to restore degraded *brachiaria decumbens* pastures grown on an entisol. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.60, n.1, p.125-131, 2003.

PETRERE, C; ANGHINONI, I. Alteração de atributos químicos no perfil do solo pela calagem superficial em campo nativo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.25, p.885-895, 2001.

PRADO, R. M. A. Calagem e as propriedades físicas de solos tropicais: revisão de literatura. *Revista Biociência*, Taubaté, v.9, p.7-16, 2003.

PRADO, R.M; NATALE, W. Uso da grade aradora superpesada, pesada e arado de disco na incorporação de calcário em profundidade e na produção do milho. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.1, p.167-176, 2004.

RABELO, N. A. *Métodos de análise*. Goiânia: UCG, 2000. 88p. (Cadernos Didáticos;12).

RAIJ, B. V. *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1981. 142 p.

RAIJ, B. V. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

RAMOS, L.A.; NOLLA, A.; KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.849-857, 2006.

REATTO, A.; MARTINS, E.S. Classes de solos em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. Capítulo 1. In: SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J.C.; FELFINI, J.M.(Org.). *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. 1.ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p.47-59.

REIS, E.M.B.; NOGUEIRA, J.S. Avaliação do efeito do calcário líquido na correção da acidez de solo. In: XII CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE, 2013, Porto Velho. *Anais...*Porto Velho: EMBRAPA-CNPGL, 2013, p.1- 3.

RESCK, D. V. S.; FERREIRA, E. A. B.; SANTOS JÚNIOR, J. de D. G. dos; SÁ, M. A. C. de; FIGUEIREDO, C. C. de. Manejo do solo sob um enfoque sistêmico. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de (Org.). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p.417-473.

RIBEIRO, J.F.; DIAS, T. Diversidade e conservação da vegetação e da flora. In: CAVALCANTI, R.B. *Cerrado e Pantanal: Áreas e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (Série Biodiversidade 17)*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. p. 19-140.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (Org.). *Cerrado: Ecologia e Flora*. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p.151-212.

RODRIGUES, M.T. A biodiversidade dos Cerrados: conhecimento atual e perspectivas, com uma hipótese sobre o papel das matas de galerias na troca faunística durante ciclos climáticos. In: SCARIOT, A.; SANTOS - SILVA, J.C. & Felfili, J.M. (Org.). *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p.236-246.

RODRIGUES, R. C. *Calcário, nitrogênio e enxofre para a recuperação do capim-braquiária cultivado em solo proveniente de uma pastagem degradada*. 2002. 141 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo Piracicaba, 2002.

RONQUIM, C. C. *Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais*. Campinas: Embrapa Monitoramento Por Satélite. 2010, 28p. (Boletim de Pesquisa de Desenvolvimento, 8).

SANTANA, E. R. R. de. *Caracterização e reconstrução mineralógica de carvão, caulim, calcários e de cinzas sulfatadas geradas à temperatura de um leito fluidizado visando sua aplicação na indústria cimenteira*. 2002. 200 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2002.

SILVA, F. C. de S. *Mensuração direta do pH do solo em campo por meio de eletrodos íon-seletivos*. 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

SILVA, J.M.C.; SANTOS, M.P.D. A importância relativa dos processos biogeográficos na formação da avifauna do Cerrado e de outros biomas brasileiros. *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. In: A. Scariot, J.M.C. Silva & J.M. Felfili (Org.). Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 439 p., p.221-233. 2005.

SILVEIRA, B. de S.; XAVIER, A. L.; PINTO, S. I. do C.; NASCIMENTO, C.; DUARTE, P. A. S. Avaliação da velocidade de reação do “corretivo” líquido na camada superficial de um latossolo vermelho distroférico. *VII Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG. VII Jornada Científica e I Mostra de Extensão*. Bambuí- MG, 2014. Disponível em: <http://www.cefetbambui.edu.br/portal/files/j7_ifmg_bambui_ag3.pdf> Acesso em: 20/11/2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO - SBCS. *Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.

SOUSA, D. M.; REIN, T. A.; NUNES, R. S.; SANTOS JÚNIOR, J. de. D. G. dos. *Recomendações para correção da acidez do solo para cana-de-açúcar no cerrado*. 1.ed. Planaltina: Embrapa Cerrado. 2015. 6p. (Comunicado Técnico, 177).

SOUZA H.A. de.; NATALE W.; ROZANE D.E., HERNANDES A.; ROMUALDO L.M. Calagem e adubação boratada na produção de feijoeiro. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 42, p.249-257, 2011.

SOUZA, L. F. de. *Diversidade florística e fenologia reprodutiva em fitofisionomias da Reserva Pousada Das Araras (Município De Serranópolis, Estado De Goiás, Planalto Central Do Brasil)*. 2009. 93 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho, Rio Claro, 2009.

VIADÉ, A.; MARCOS, M. L. F.; NISTALI, J. H.; ALVAREZ, E. Effect of particle size of limestone on Ca, Mg and K contents in soil and in sward plants. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.68, n.2, p. 200-208, 2011.

VELOSO, C.A.C.; BORGES, A.L.; MUNIZ, A.S. & VIEGAS, I.J.M. Efeitos de diferentes materiais no pH do solo. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.49. p.123-128, 1992.

VERONESE, M. *Acidez do solo e produtividade da soja em função de calagem de culturas*. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

VERONESE, M.; FRANCISCO, E. A. B.; ZANCANARO, L.; ROSOLEM, C. A.; Plantas de cobertura e calagem na implantação do sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 47, n.8, p. 1158-1165, 2012.

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G. de; MACEDO, M. C. M.; *Calagem e adubação para pastagens na região do cerrado*. 2.ed. rev. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000. 15 p. (Circular técnica, 37).

WALTER, B. M. T. *Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas*. 2006. 371 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília. 2006.

ZIMMER, H. A.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. de; *Degradação, recuperação e renovação de pastagens*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2012, 42 p. (Documento, 189).