



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AMBIENTE, TECNOLOGIA E SOCIEDADE
MESTRADO EM AMBIENTE, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

LUIS GONZAGA DO RÊGO NETO

**COMPARAÇÃO DE CORRETIVOS E QUANTIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS
EM SOLOS ÁCIDOS**

MOSSORÓ/RN

2017

LUIS GONZAGA DO RÊGO NETO

**COMPARAÇÃO DE CORRETIVOS E QUANTIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS
EM SOLOS ÁCIDOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

Linha de Pesquisa: Tecnologias sustentáveis e recursos naturais do semiárido.

Orientadora: Prof(a). Dr.(a) Elis Regina Costa de Moraes.

MOSSORÓ/RN

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

R343c Rêgo Neto, Luis Gonzaga.
Comparação de corretivos e quantificação de
bactérias em solos ácidos / Luis Gonzaga Rêgo
Neto. - 2017.
66 f. : il.

Orientadora: Elis Regina Costa de Moraes.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ambiente, Tecnologia e Sociedade, 2017.

1. Carbonato de cálcio. 2. Cinza vegetal. 3. Pó
de concha marinha. I. Costa de Moraes, Elis
Regina, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LUIS GONZAGA DO RÊGO NETO

**COMPARAÇÃO DE CORRETIVOS E QUANTIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS
EM SOLOS ÁCIDOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

Linha de Pesquisa: Tecnologias sustentáveis e recursos naturais do semiárido.

APROVADO EM: 27,04,2017

BANCA EXAMINADORA

Elis Regina Costa de Morais
Prof(a). Dr.(a) Elis Regina Costa de Morais – UFERSA
Presidente

Francisco Marlon Carneiro Feijó
Prof. Dr. Francisco Marlon Carneiro Feijó – UFERSA
Membro Examinador

Danielle Marie Macedo Sousa
Prof(a). Dr.(a) Danielle Marie Macedo Sousa – UFERSA
Membro Examinador

Diego Nathan do Nascimento Souza
Prof. Dr. Diego Nathan do Nascimento Souza – UERN
Membro Examinador

Ao meu pai Cleomar Lopes, meu irmão Cleomar Júnior e as mulheres da minha vida, minha mãe, Maria Cristina, minha tia Kerlândia, minha avó Maria Judite e a minha noiva Amanda Keille pelo amor e carinho incondicional.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecer a Deus por me conceder a virtude de alcançar meus objetivos de vida e poder concretizar uma realização do título de mestre.

Aos meus pais Cleomar Lopes e Maria Cristina, por estarem presentes na minha vida, sendo exemplos de respeito, integridade e determinação e por depositarem confiança nos meus atos e escolhas pessoais. Ao meu irmão Cleomar Júnior, por sempre estar ao meu lado. A minha tia Kerlândia e minha avó Judite, por terem sido meu ponto de apoio e participado da minha vida por todos esses anos que morei em Mossoró.

A minha Noiva Amannda Keille por sempre estar ao meu lado, até nos momentos de maiores dificuldades, pelo auxílio e principalmente pelo incentivo, acreditando no meu potencial.

À minha orientadora, Elis Regina, por sua paciente orientação ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, por ter trilhado esta caminhada junto comigo, me guiando e ajudando em todas as etapas.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade pelos conhecimentos transmitidos e experiências compartilhadas.

Aos amigos e colegas de mestrado, que trilharam juntos comigo essa jornada, em especial a Lucas Andrade, Drayena Alves, Joilson Marques, Manoel Marcelino, dividimos conquistas e desafios, sonhos e realizações e o principal compartilhamos experiências que nunca serão esquecidas, a amizade que conquistamos no mestrado será levada para a vida.

A toda equipe que compõe o Laboratório de Microbiologia Veterinária, especialmente a Caio Sérgio, por sua paciência e disposição para ajudar na preparação das amostras, nas análises e no que mais fosse necessário.

Ao discente do curso de Agronomia, Henrique Campos, pela disposição em ajudar nas análises de pH do solo.

A discente do curso de Biotecnologia, Giliane Duarte, pela disposição em ajudar na análise Microbiológica.

A professora Danielle Marie, pela disponibilidade em ajudar no desenvolvimento da estatística deste trabalho.

Ao professor Marlon Feijó, por sua paciente orientação das análises bacterianas e no que mais fosse necessário.

A todos que, direta e indiretamente, me apoiaram e me ajudaram durante a realização desta pesquisa.

Obrigado a todos!

Dificuldades preparam pessoas comuns
para destinos extraordinários.

(C.S Lewis).

COMPARAÇÃO DE CORRETIVOS E QUANTIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS EM SOLOS ÁCIDOS

RESUMO

Os solos da região semiárida são considerados pobres em alguns nutrientes por apresentarem alta concentração de elementos ácidos, o que os torna impróprios para algumas práticas agrícolas que necessitam de pH próximo ao neutro. Um dos principais motivos da degradação desses solos trata-se da ação antrópica, que consequentemente torna a região mais susceptível ao processo de acidificação, causando perdas nas suas propriedades, alteração em sua estrutura e atividade biológica, prejuízos na fertilidade e qualidade física e química. Esse trabalho teve como objetivos comparar a eficiência de corretivos e a quantidade aplicada para correção da acidez, efetuando a identificação e funcionalidade das bactérias com relação ao pH e quantificar as bactérias com relação a aplicação dos corretivos. O experimento foi conduzido em delineamento experimental com esquema fatorial 3x3x5, correspondendo a solos, corretivos e doses, inteiramente casualizado com três repetições, utilizando 0,5 dm³ de solos para homogeneizar com o carbonato de cálcio nas proporções 0; 50; 100; 150 e 200% utilizando o método da Saturação por Bases; a quantidade de pó de concha e cinza correspondeu às proporções de 0; 2,5; 5; 10 e 15% em relação ao volume de solo. Os solos foram coletados na região de Apodi, Mossoró e Serra do Mel, foram incubados com os corretivos no período de nove semanas, sendo realizado análise de pH. Os corretivos foram submetidos a análise de variância e as comparações pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; a microbiológica foi submetida à regressão polinomial de 2º ordem entre as doses e os dias nos corretivos para cada solo. Os resultados obtidos constataram que o pó de concha apresentou potencial para corrigir acidez com a dose mais eficiente de 2,5%; sua aplicação acarretou a inibição do crescimento das bactérias em todas as doses. A cinza vegetal na menor dosagem elevou o pH acima de 8,0 nos solos, a sua aplicação favoreceu o crescimento das bactérias, podendo associar aos nutrientes presentes como fonte de alimento. O carbonato de cálcio proporcionou a diminuição da quantidade de cepas bacterianas, com relação ao aumento das doses nos solos. As bactérias identificadas podem sobreviver a variações de pH entre 6,0 a 11,0 e auxiliam indiretamente na manutenção do solo, no transporte de nutrientes para as plantas e degradação de alguns compostos orgânicos.

Palavras-chave: Carbonato de cálcio, Cinza vegetal, Pó de concha marinha.

COMPARISON OF CORRECTIVE AND QUANTIFICATION OF BACTERIA IN ACID SOILS

ABSTRACT

The soils of the semi-arid region are considered to be poor in some nutrients because they have a high concentration of acidic elements, which makes them unsuitable for some agricultural practices that require pH close to neutral. One of the main reasons for the degradation of these soils is the anthropic action, which consequently makes the region more susceptible to the acidification process, causing losses in its properties, alteration in its structure and biological activity, losses in fertility and physical and chemical quality. The objective of this study was to compare the efficiency of correctives and the amount applied to the correction of acidity, effecting the identification and functionality of the bacteria in relation to pH and quantifying the bacteria in relation to the application of the correctives. The experiment was conducted in a 3x3x5 factorial design, corresponding to soils, correctives and doses, completely randomized with three replicates, using 0.5 dm³ of soils to homogenize with calcium carbonate in proportions 0; 50; 100; 150 and 200% using the Basal Saturation method; The amount of shell and ash powder corresponded to the proportions of 0; 2,5; 5; 10 and 15% in relation to the soil volume. The soils were collected in the Apodi, Mossoró and Serra do Mel regions, were incubated with the correctives in the period of nine weeks, and pH analysis was performed. The statistical analysis of the correctives was submitted to analysis of variance and the comparisons by the Tukey test at 5% of probability; The microbiological was submitted to the 2nd order polynomial regression between the doses and the days in the correctives for each soil. The results showed that the shell powder had potential to correct acidity with the most efficient dose of 2,5%; Its application resulted in inhibition of bacterial growth at all doses. Vegetable ash at the lowest dosage raised the pH above 8,0 in the soils, its application favored the growth of the bacteria, being able to associate with the nutrients present as food source. Calcium carbonate provides a decrease in the amount of bacterial strains in relation to increasing doses in soils. The bacteria identified can survive variations in pH between 6,0 and 11,0 and help indirectly in soil maintenance, transport of nutrients to plants and degradation of some organic compounds.

Keywords: Calcium carbonate, Vegetable ash, Sea shell powder.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das regiões aonde realizou as coletadas das amostras de solo...28	
Figura 2 – Localização do município de coleta da amostra das conchas.....30	
Figura 3 – Localização da Microrregião de coleta da amostra da cinza.....30	
Figura 4 – Caracterização morfológica e tintorial de gram das amostras de solo.....39	
Figura 5 – Quantificação do crescimento bacteriano com relação ao carbonato de cálcio nos solos.....45	
Figura 6 – Quantificação do crescimento bacteriano com relação ao pó de concha marinha nos solos.....47	
Figura 7 – Quantificação do crescimento bacteriano com relação a cinza vegetal nos solos.....48	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Capacidade de neutralização dos diferentes neutralizantes (CaCO_3).....	22
Tabela 2 – Características químicas dos solos em estudo.....	29
Tabela 3 – Características físicas dos solos em estudo.....	29
Tabela 4 – Necessidade de calagem utilizando carbonato de cálcio.....	31
Tabela 5 – Necessidade de calagem utilizando cinza vegetal e pó de concha.....	31
Tabela 6 – Valores de pH para os solo em função das doses de carbonato de cálcio, pó de concha e cinza vegetal, no 7º dia.....	34
Tabela 7 – Valores de pH para o solo Cambissolo Háplico Carbonático (Apodi) função das doses de carbonato de cálcio, pó de concha e cinza vegetal.....	35
Tabela 8 – Valores de pH para o solo Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico (Serra do Mel) em função das doses de carbonato de cálcio, pó de concha e cinza vegetal.....	36
Tabela 9 – Valores de pH para o solo Argissolo Vermelho Distrófico Típico (Mossoró) em função das doses de carbonato de cálcio, pó de concha e cinza vegetal.....	38
Tabela 10 – Determinação do número e percentagem de bactérias isoladas nos solos.....	40

LISTA DE SIGLAS

AIA	Ácido indol – 3-acético
Al	Alumínio
A. N.	Ágar nutriente
BAAR	Bacilos álcool-ácido resistentes
Ca	Cálcio
CaCO ₃	Carbonato de cálcio
CaO	Cal
Ca(OH) ₂	Hidróxido de cálcio
CaSiO ₃	Metassilicato de cálcio
CTC	Capacidade de troca de cátions totais
f	Fator de correção da qualidade do calcário
Fe	Ferro
H	Hidrogênio
HAPs	Aromáticos policíclicos
K	Potássio
Mg	Magnésio
MgCO ₃	Carbonato de magnésio
MgO	Óxido de magnésio
Mg(OH) ₂	Hidróxido de magnésio
MgSiO ₃	Silicato de magnésio
mL	mililitros
Mn	Manganês
M.O.	Matéria orgânica
Na	Sódio
NaCl	Cloreto de sódio
NC	Necessidade de Calcário
NH ₄ ⁺	Cátion amônio
P	Fósforo
pH	Potencial hidrogeniônico

PN	Poder de Neutralização
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
RE	Reatividade
Rpm	Rotação por minuto
S.B.	Saturação por base
SMP	Shoemaker, Mac lean e Pratt
TCA	Tryptone Soya Agar
UFC	Unidade formadora de colônia
V%	Saturação por bases
VM	Vermelho de metila
VP	Voges-Proskauer

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Características das classes dos solos coletados.....	18
2.2	Acidez do solo.....	20
2.3	Corretivos	21
2.4	Calagem do solo	23
2.5	Métodos de calagem.....	24
3	OBJETIVO	27
3.1	Objetivo geral.....	27
3.2	Objetivos específicos.....	27
4	METODOLOGIA.....	28
4.1	Obtenção e caracterização das amostras de solo	28
4.2	Obtenção e caracterização dos corretivos	29
4.2.1	Coleta e beneficiamento das conchas	29
4.2.2	Obtenção das cinzas	30
4.2.3	Carbonato de cálcio	31
4.3	Condução do experimento	31
4.4	Determinação do pH.....	32
4.5	Contagem e identificação das bactérias.....	32
4.5.1	Caracterização das cepas bacterianas	33
4.6	Análise estatística.....	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1	Respostas dos corretivos	35
5.2	Diversidade fenotípica de isolados bacterianos	40
5.3	Crescimento bacteriano nos solos	46
6	CONCLUSÕES.....	50
7	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
	ANEXOS	65
	APÊNDICE	68

1. INTRODUÇÃO

As propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos são importantes componentes de sua produtividade, visando isso, os cultivos necessitam de solos bem estruturados, sendo de fundamental importância à manutenção da produtividade e qualidade do solo (MARCHÃO et al., 2007; PIGNATARO NETTO et al., 2009; BOGNOLA, et al., 2010). As atividades microbianas são de fundamental importância na produtividade de um solo, pois a relação entre qualidade esta relacionada à diversidade de micro-organismos no solo (BAKSHI; VARMA 2011), atuando diretamente no ecossistema, interferindo diretamente na produtividade agrícola e na estruturação e agregação do solo.

Quando o solo é submetido ao processo produtivo, as propriedades sofrem alterações (NEVES et al., 2007), modificando as características e alterando sua estrutura, promovendo prejuízos a qualidade física (temperatura, difusão de gases, fluxo de água, profundidade efetiva, estrutura, porosidade, densidade etc.), química (composição da solução do solo, complexo de intercâmbio iônico, potencial hidrogeniônico, macro e micronutrientes, salinidade, alcalinidade etc.) e biológica (micro-organismos, micorrizas, biocatalizadores etc.).

A relativa acidez é um problema para o solo e está diretamente relacionada ao potencial hidrogeniônico (pH), considerando valores de pH menores que 7,0 caracteriza-se solos ácidos, resultando na diminuição de nutrientes essenciais para planta, provocando prejuízo no crescimento de raízes das plantas e elevação de elementos tóxicos como o alumínio (Al) e manganês (Mn) (MIGUEL et al., 2010; RENDAL., 2011). Os solos da região do semiárido apresentam alta acidez, devido às ações antrópicas, tornando mais susceptível aos processos de degradação, reduzindo a capacidade produtiva do solo.

Essa acidez tem feito com que os micro-organismos sejam afetados, diminuindo sua diversidade, a qual é vasta, mas ainda desconhecida, estima-se que menos de 10% dos micro-organismos existentes nesses ambientes tenham sido caracterizados e descritos (ROSSELÓ-MORA; AMMAN, 2001; DUBEY et al., 2006; STURSA et al., 2009).

Para recuperar modificações nas características do solo a qual encadeou a acidez, utiliza-se a prática agrícola da calagem, atualmente essa pratica é essencial para elevar o pH próximo ao desejado, segundo Yarabrazil (2015), o pH ideal para um solo é em torno de 6,5, o que maximiza a disponibilidade de nutrientes. Segundo Ferreira (2010) é a mistura do solo com corretivos, proporcionando a neutralização da toxidez causada pelo Al^{3+} e Mn^{2+} trocáveis, eleva os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , aumenta a disponibilidade de nutrientes como o potássio e a matéria orgânica (MO), além de melhorar a eficiência dos fertilizantes (CAIRES et al., 2015).

Dessa forma, a utilização do corretivo é fundamental para a calagem de um solo, sendo que atualmente no Brasil o calcário é o mais utilizado devido a sua facilidade, acessibilidade econômica e volume encontrado (SOUZA et al., 2011), no entanto é considerado um material de baixa solubilidade e reatividade no solo e a mobilidade do corretivo ao longo do perfil é dificultada (GUIMARÃES, 2016).

Avaliando dessa forma pode-se pressupor a necessidade de novas alternativas para correção, destaque para a concha marinha e a cinza vegetal. De acordo com Chierighini et al. (2011) devido a sua composição química, sendo seu principal constituinte o cálcio (CaCO_3), principal elemento para correção da acidez, sua aplicabilidade no solo dependerá da textura e pureza, associada a dosagem certa para que não ocorra excesso de mineralização do solo. Com relação a cinza vegetal, Santos (2012), destaca que sua aplicação apresenta importante oportunidade de restituição de parte dos nutrientes removidos pelas culturas, reduzindo a necessidade de fertilizantes e contribuindo na redução da acidificação do solo.

Diante do exposto, os objetivos são comparar a eficiência entre os corretivos, carbonato de cálcio, pó de concha marinha e cinza vegetal na correção da acidez do solo; avaliar a quantidade de corretivo que deve ser utilizado para corrigir a acidez; podendo, efetuar a identificação das bactérias presentes em relação ao pH e a funcionalidade nos solos e avaliar a quantificação das bactérias com a relação dos corretivos utilizados nos solos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características das classes dos solos coletados

No Brasil há diversidade de solos, sendo influenciados segundo Freire (2006), pelos padrões climáticos, além de responsáveis por pequenas alterações no material de origem das rochas. A região do semiárido é justificada pelo clima padrão que influencia na presença de solos rasos e com presença de afloramentos rochosos (BASTOS et al., 2012).

Os solos apresentam 13 classes, cujos nomes são formados pela associação de um elemento formativo com a terminação “ssolos”. Sendo Argissolo, Cambissolo, Chernossolo, Espodossolo, Gleissolo, Latssolo, Luvisolo, Neossolo, Planossolo e Vertissolo (EMBRAPA, 2009).

Enfatizando os solos do trabalho, o Cambissolo apresenta três subordens: Cambissolos Húmicos, com horizonte A húmico; Cambissolos Flúvicos, com caráter flúvico dentro de 120 cm a partir da superfície do solo e Cambissolos Háplicos, não se enquadrando nas classes anteriores. As características destes solos variam muito de um local para outro, devido à heterogeneidade do material de origem, formas de relevo e condições climáticas. Apresentando sequência de horizontes A ou hístico, Bi, C, com ou sem R. O horizonte B incipiente (Bi) apresenta uma textura franco-arenosa ou mais argilosa, geralmente apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do A para o Bi (EMBRAPA, 2009). Estes solos podem apresentar o horizonte Bi com estrutura em blocos, granular ou prismática, havendo casos, também, de solos com ausência de agregados, com grãos simples ou maciços (EMBRAPA, 2009).

Pereira et al., (2010) explana que os Cambissolos são caracterizados de modo geral como rasos, pouco estudados, que em determinados casos apresentam limitações físicas (adensamento natural, drenagem, resistência mecânica à penetração e estrutural), mineralógicas (empacotamento e reorganização dos argilominerais), e as características morfológicas (consistência), consequentemente desaceleração da frente de intemperismo. Podendo apresentar cor de bruna ou brunoamarelada até vermelho escuro

e com alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal (EMBRAPA, 2009).

O Latossolo apresenta quatro subordens, dependente da cor: Brunos, Amarelo, Vermelhos e Vermelho-Amarelos. Sendo distribuído devido as suas atribuições: distrófico, eutrófico, alumínico, ácrico, coeso e férrico, sendo que estes dois últimos são conjugados com distrófico, eutrófico e ácrico (EMBRAPA, 2009). Segundo Sobrinho (2015), os Latossolos, por definição, solos profundos e muito intemperizados; apresentando horizonte diagnóstico B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm a 300 cm da superfície do solo, se o horizonte A apresentar mais de 150 cm de espessura (EMBRAPA, 2009). É a classe de solo que apresenta maior representação geográfica no Brasil em relação aos demais tipos de solos (EMBRAPA, 2009).

As argilas dos Latossolos são predominantemente do tipo caulinita, com as partículas revestidas por óxidos de ferro, que são responsáveis pelas cores avermelhadas. A transição entre horizontes pode ser gradual ou difusa, com pouco ou inexistente incremento de argila do horizonte A para o B. Em geral, são solos ácidos, apresentando baixa saturação por bases, distróficos, álicos ou alumínicos. São típicos das regiões tropicais e equatoriais, podendo ocorrer em zonas subtropicais e são originados a partir de diversas espécies de rochas e sedimentos, sob condições de clima e tipos diversos de vegetação. (EMBRAPA, 2009).

Os Argissolos são solos constituídos de material mineral com argila de atividade baixa ou alta, apresenta horizonte B textural que se encontra imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico e não deve apresentar os requisitos estabelecidos para serem classificados nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos. Apresentam incremento de argila do horizonte superficial para o horizonte B, com transição clara, abrupta ou gradual (EMBRAPA, 2009).

Os Argissolos possuem profundidade variável, de cores avermelhadas ou amareladas e raramente brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte B (EMBRAPA, 2009). São forte a imperfeitamente drenados, o que indica que estes solos podem apresentar problemas de infiltração (DIAS, 2016).

2.2 Acidez do solo

A acidez do solo é um dos fatores de maior influência na limitação de produção (ou desenvolvimento) das culturas. A área afetada pela acidez é estimada em 4 bilhões ha, representando aproximadamente 30% da área cultivável do mundo e abrangendo, em sua maioria, países localizados nas regiões tropicais (COSTA et al., 2014). Tratando-se de solos Brasileiros, segundo Novais et al. (2007), a maioria apresentam limitações ao estabelecimento e desenvolvimento dos sistemas de produção de grande parte das culturas, em decorrência dos efeitos da acidez.

O processo de acidificação desses solos segundo Natale (2012), tem início ou acentua-se devido à remoção de cátions trocáveis da superfície dos colóides através da: água da chuva; decomposição de minerais de argila; troca iônica das raízes; decomposição da matéria orgânica e/ou adição de fertilizantes nitrogenados.

Do ponto de vista direto, a acidez nos solos está relacionada ao efeito dos íons de hidrogênio (H^+) sobre a permeabilidade e o funcionamento da membrana plasmática, que resulta na diminuição da absorção de nutrientes e aumento de elementos em níveis tóxicos, principalmente o alumínio (Al) e manganês (Mn) (MIGUEL et al., 2010; RENDAL et al., 2011). Solos com baixo teor de cálcio tornam-se mais propícios a toxinas relacionadas ao alumínio, causando dentre os diversos agravos redução do crescimento das raízes. Em relação ao efeito indireto, através da mudança do pH, este afeta as atividades de micro-organismos benéficos e a disponibilidade dos nutrientes no solo (FAGERIA; BALIGAR, 2008; SOUTO et al., 2008; GOMES et al., 2011), principalmente o fósforo (P), pois em condições ácidas há uma maior fixação do fósforo (P), que reage com íons livres de Ferro (Fe) e Alumínio (Al) (CORRÊA et al., 2011).

Pode-se considerar que a acidez é uma das características mais importantes do solo, tanto que é chamado também de “reação do solo” (HAVLIN et al., 2005), sendo o pH um dos atributos mais utilizados para indicação do ambiente químico para as plantas e os micro-organismos do solo.

O termo pH define a acidez ou alcalinidade relativa de uma substância. A escala de pH cobre uma amplitude de 0 a 14. O valor de pH igual a 7,0 é neutro. Valores abaixo de 7,0 são ácidos e acima de 7,0 são básicos. Segundo Yarabrazil (2015), o pH ideal para um solo é em torno de 6,5, o que maximiza a disponibilidade de nutrientes,

no entanto, as plantas podem tolerar um grau considerável de acidez ou alcalinidade do solo. A produção em condições extremas de pH em torno de 5,0 e 8,5 é viável particularmente com variedades que são mais tolerantes a estes níveis.

Determinar a acidez de um solo antes dos preparos do cultivo segundo Caires (2013) faz com que a calagem seja prática imprescindível para o sucesso do sistema de produção agrícola e redução da acidez.

2.3 Corretivos

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).

De acordo com Alcarde (2005), o Poder de Neutralização do corretivo é determinado por: $\text{PN ou } (\text{ECaCO}_3) \% = \% \text{CaO} \times 1,79 + \text{MgO} \times 2,48$, o autor ainda afirma que 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 (tabela 1).

Tabela 1: Capacidade de neutralização dos diferentes neutralizantes (CaCO_3).

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.

Quando certa quantidade de calcário é misturada com o solo, sua velocidade de reação e grau de reatividade é determinada pelo tamanho das partículas. Segundo Deus (2010), a reatividade (RE) é expressa a partir da granulometria do corretivo que consiste em sua velocidade de ação que quando em contato com o solo, isto é, a rapidez em que a acidez pode ser corrigida, assim quanto mais fina e misturada 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). Portanto a reatividade pode ser influenciada pela natureza química e física do corretivo, poder de neutralização (PN), condições do clima, solo, quantidade de corretivo, modo de aplicação e o grau de homogeneização.

A qualidade final dos corretivos da acidez do solo é dada pela combinação do seu poder de neutralização e da sua reatividade, no índice conhecido como Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) que indica a capacidade neutralizante dos corretivos (DEUS, 2010).

Segundo Souza et al. (2011), o corretivo de maior aplicação em território brasileiro é o calcário, devido a sua facilidade, acessibilidade econômica e volume encontrado, é um material formado quimicamente por carbonato de cálcio e 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 magnésiano (10 a 25%) (ALCARDE, 2005; SOUZA et al., 2011). Desempenhando 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). Apresentando uma baixa solubilidade (LUZ et al., 2002; VERONESE, 2011).

Como forma alternativa e de substituição, a cinza vegetal proveniente da queima de biomassa vegetal apresenta características essenciais para a calagem de um solo, conforme Darolt e Osaki (1991), mesmo tratando-se de um método pouco utilizado, a cinza vegetal contém macronutrientes e micronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, como o cobre, zinco, ferro e boro. Em suas pesquisas Bonfim-Silva et al. (2011) ressaltam que a utilização de cinza pode ser uma alternativa de baixo custo para adubação de culturas de cobertura e adubos verdes em solos com

elevada acidez. Santos (2012) destaca que a aplicação de cinza vegetal em plantios agrícolas apresenta-se como uma importante oportunidade de restituição de parte dos nutrientes removidos pelas culturas, reduzindo a necessidade do uso de fertilizantes comerciais e conseqüentemente os custos da produção, contribuindo com a redução da acidificação (ZIMMERMANN; FREY, 2002).

Assim, outra alternativa para controle da acidez do pH trata-se do pó de concha. Chierighini et al. (2011) ressaltam os benefícios do pó da concha como método de correção da acidez devido a sua composição química, uma vez que seu principal constituinte é o carbonato de cálcio (CaCO_3). Elemento presente nas conchas de molusco, seja na forma de calcita (polimorfo estável à temperatura ambiente) seja na forma de aragonita ou vaterita (polimorfos metaestáveis), sendo biomineralizado por processos energeticamente econômicos, ainda não totalmente compreendidos (MCCONNAUGHEY; GILLIKIN, 2008). Sua aplicabilidade no solo dependerá da sua textura e determinação de sua pureza, associada à dosagem certa para que não ocorra excesso de mineralização do solo.

2.4 Calagem do solo

A calagem, segundo Ferreira (2010), pode ser definida como sendo a operação de misturar do solo e o corretivo para certas culturas, sendo considerada a prática mais utilizada para neutralizar a acidez do solo e reconstruir sua capacidade de produção diminuindo os níveis de elementos tóxicos (COSTA, 2014), aumentar a disponibilidade de nutrientes como o Fósforo e a Matéria orgânica (MO), além de melhorar a eficiência dos fertilizantes (CASTRO; CRUSCIOL, 2013; CAIRES et al., 2015).

O uso da calagem pode diminuir a floculação e aumentar o conteúdo de argila dispersa em água no solo, provocando desestabilização dos agregados. Favorece a dispersão de agregados quando da adição de ânions, principalmente, os carbonatos resultantes da dissolução do calcário (GOEDERT, 1987). Os carbonatos e os fosfatos atuam como neutralizadores do efeito floculante dos cátions Al^{3+} e H^+ , com o conseqüente aumento do pH e das cargas negativas de óxidos de ferro e alumínio e da caulinita (MORELLI; FERREIRA, 1987). Estudos recentes (CASTRO et al., 2011;

CASTRO, 2012; BERTOLLO, 2014) apontam que a calagem resulta na melhoria do sistema poroso do solo, com aumentos nos níveis de macroporos.

Segundo Hati et al. (2008) a calagem provavelmente proporciona maior produção de fitomassa por área, devido a melhorias nas condições edáficas e, principalmente, em razão da neutralização do Al^{3+} .

Além disso, os micro-organismos são influenciados pelo pH do solo e podem ter sua disponibilidade melhorada com a calagem (RAIJ, 2011). Os micro-organismos ao decompor ânions orgânicos, com seus grupos carboxílicos, seria o principal responsável pelo aumento do pH (BAREKZAI; MENGEL, 1993). Atualmente existem poucas informações sobre a interferência das bactérias no processo de calagem e a diversidade no solo, estima-se que menos de 10% dos micro-organismos existentes nesses ambientes tenham sido caracterizados e descritos (ROSSELÓ-MORA; AMMAN, 2001; DUBEY et al., 2006; STURSA et al., 2009).

Assim, de acordo com Blum et al. (2013), a calagem tem ação limitada ao local de aplicação, não tendo efeito rápido na redução da acidez de camadas mais profundas, o que ocorre quando o material é incorporado ao solo ou com a lixiviação de carbonatos através do perfil do solo, proporcionando melhores condições dos atributos físicos e químicos, resultando em melhores produtividades.

A frequência de uma calagem é determinada inicialmente a partir da análise do solo, segundo Korndörfer (2001) é determinada pela dose de adubação nitrogenada, altas doses de adubos NH_4^+ (amoniacais) geram considerável acidez; Taxa de remoção pelas culturas aonde as leguminosas removem mais Ca e Mg do que as não leguminosas; e a quantidade de calcário aplicada, sendo doses mais elevadas normalmente significam que o solo não necessita de nova calagem com frequência, devendo ter cuidado na super dosagem do corretivo.

2.5. Métodos de calagem

O método pH SMP, originalmente proposto por Shoemaker et al. (1961) e McLean et al. (1960), corresponde ao valor de pH de equilíbrio de suspensões de solo-água-tampão na relação 5:5:10; no entanto, esta relação tem sido alterada de acordo com os tipos de solo estudados, segundo Quaggio (1983), o método original SMP deve ser

adaptado visando ao aumento da sua sensibilidade, para alguns solos dos estados Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SIQUEIRA et al., 1987), é utilizada a relação solo-água-tampão de 6:6:6; já para outros tipos de solo do estado do Rio Grande do Sul, utiliza-se a relação 10:10:5 (ESCOSTEGUY; BISSANI, 1999); para os solos do estado de São Paulo, Raij et al. (1979) observaram que a relação 10:20:10 tornava o método muito sensível, enquanto Nascimento (2000) e Silva et al. (2000) empregaram para os solos de vários estados da região semiárida brasileira a relação 10:25:5, que também foi utilizada por Silva et al. (2002), Sambatti et al. (2003) e Moreira et al. (2004) para solos dos estados Paraná e Amazonas, respectivamente.

O Método da neutralização do Al^{3+} e elevação dos teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} consiste no método mais utilizado no Centro Oeste e Minas Gerais, a neutralização do alumínio trocável e/ou elevação dos teores de cálcio + magnésio para corrigir da profundidade de 0–0,20m (COELHO, 2014): $NC = Y \times Al + [X - (Ca + Mg)]$, em t calcário ha^{-1} , Em que: o valor de Y é variável em função da textura do solo, sendo que: Valor 1, para solos arenosos (< 15% de argila); Valor 2, para solos de textura média (15 a 35% de argila); Valor 3, para solos argilosos (> 35% de argila), e o valor de X é em função das culturas.

O método de saturação por base segundo Luz et al. (2001) prevalece sobre os outros métodos uma vez que apresenta praticidade de cálculo e adaptação a várias culturas. De acordo com Embrapa (2009), afirma que o índice de saturação por bases (V%) está diretamente relacionado à circunstância da fertilidade de um solo, atribuindo-se à parte da fração de elementos básicos alternáveis comparada a capacidade de troca, prescrita a pH 7,0. Sendo obtida pela fórmula: $V(\%) = 100 * \frac{SB}{CTC}$, 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 $\text{CTC} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ (RONQUIM, 2010). Sendo assim, uma Saturação por Bases (V%) abaixo de 50%, significa que no solo ocorre a presença de pouca quantidade de cátions $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+$ principalmente, mas uma elevada quantidade de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, o que representa evidentemente um solo ácido e com alumínio tóxico para as plantas (MELLO, 1983; RONQUIM, 2010).

A Necessidade de Calcário (NC) é determinada por meio do algoritmo (SOUSA et al., 2015): $\text{N.C. (t/ha)} = (\text{V2} - \text{V1}) \times \text{T}/100 \times \text{f}$. Onde: V2 = Saturação por Bases desejada; V1 = Saturação por Bases atual; T = Capacidade de troca de cátions a pH 7 e f = Fator de correção da qualidade do calcário. O poder relativo de neutralização (PRNT), que denota a efetividade do calcário, é abaixo de 100%, segundo (SOUSA et al., 2015), há necessidade de corrigir esta disparidade por meio da fórmula: $\text{f} = 100 / \text{PRNT}$.

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo geral

Realizar calagem em solos com acidez, utilizando carbonato de cálcio, pó de concha marinha e cinza vegetal como corretivos, efetuando a avaliação na eficiência de elevar o pH no solo.

3.2 Objetivos específicos

- Comparar a eficiência do carbonato de cálcio, pó de concha e cinza vegetal na correção da acidez do solo;
- Avaliar a quantidade de corretivo que deve ser utilizado para corrigir a acidez;
- Efetuar a identificação das bactérias com relação ao pH e a funcionalidade nos solos;
- Avaliar a quantificação das bactérias com a relação dos corretivos utilizados nos solos.

4. METODOLOGIA

4.1. Obtenção e caracterização das amostras de solo

Foram utilizados três solos provenientes do Estado do Rio Grande do Norte, coletados nos municípios de Apodi (Lat.: 5°39'44.96" S, Log.: 37°47'55.79" O), Mossoró (Lat.: 5°12'29.27" S, Log.: 37°21'9.89" O) e Serra do Mel (Lat.: 5°10'51.04" S, Log.: 37° 2'31.17" O) (Figura 1). Inicialmente realizou-se a limpeza da área de coleta da amostra de solo com auxílio de uma pá e enxada, em seguida amostras compostas foram coletadas até uma profundidade de 20 cm, sendo acondicionadas em sacos plásticos e conduzidas para o Núcleo de Estudos Ambientais Professoras Maurício de Oliveira (DCAT/UFERSA).

Figura 1: Localização das regiões aonde realizou as coletadas das amostras de solo.



Legenda:

Apodi - Mossoró - Serra do Mel

Fonte: Google Earth

Para caracterização química e física, as amostras antes da aplicação dos tratamentos, foram previamente secas ao ar livre por 24 horas e passadas em peneiras de malha de 2 mm de diâmetro. Na caracterização química (Tabela 2) determinou-se pH em água potenciométrica, pela relação 1:2,5; Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Alumínio (Al) e Hidrogênio (H). A caracterização física (Tabela 3) consistiu da análise granulométrica realizada conforme EMBRAPA (2011).

Tabela 2: Características químicas dos solos em estudo.

SOLO	Caracterização Química									
	P _{resina}	pH (Água)	K	Ca	Mg	Na	H+Al	S.B	CTC	V
	mg dm ⁻³		mmolc dm ⁻³							%
Apodi	2,0	5,0	0,15	0,4	0,2	0,01	1,60	0,76	2,36	32
Serra do Mel	1,4	4,4	0,09	0,9	0,2	0,04	3,30	1,23	4,53	27
Mossoró	3,4	4,5	0,07	0,3	0,3	0,93	1,16	1,60	2,76	58

Fonte: Autoria própria.

Tabela 3: Características físicas dos solos em estudo.

SOLO	Frações granulométricas (kg/dm ³)					Classificação
	A. Grossa	A. Fina	A. Total	Silte	Argila	
Apodi	0,39	0,50	0,89	0,07	0,04	Cambissolo Háplico carbonático
Serra do Mel	0,68	0,25	0,92	0,03	0,05	Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico
Mossoró	0,58	0,34	0,91	0,02	0,06	Argissolo Vermelho Distrófico Típico

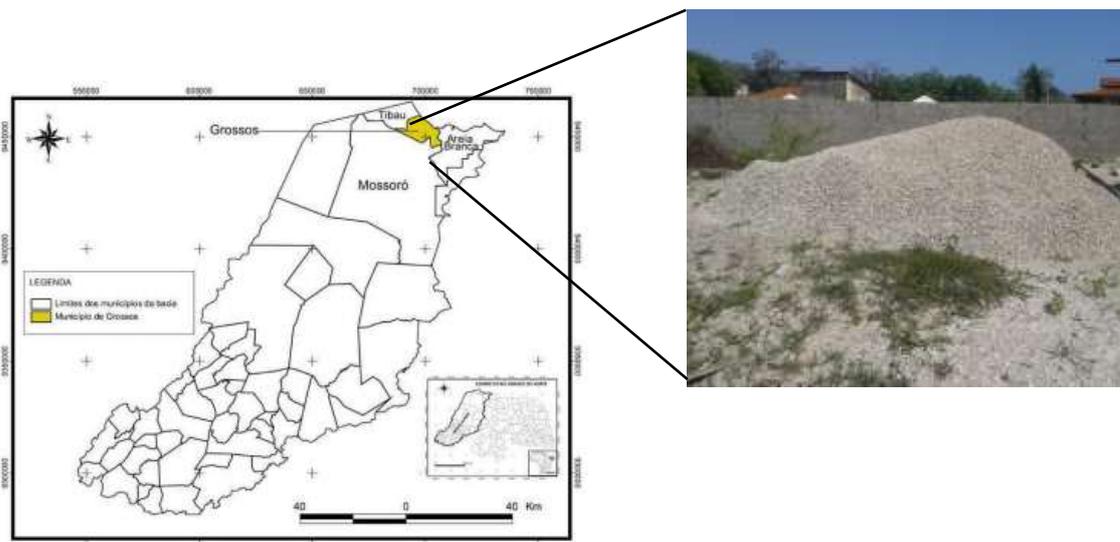
Fonte: Autoria própria.

4.2 Obtenção e caracterização dos corretivos

4.2.1. Coleta e beneficiamento das conchas

Coletou-se 100 kg de conchas marinhas na associação de marisqueiras do município de Grossos/RN (Figura 2). Sendo acondicionadas em sacos plásticos e conduzidas para o laboratório, onde foi realizada a lavagem com água corrente para remoção dos resíduos que permaneceram depois do processamento dos mariscos. Após a lavagem foram dispostas em bancadas na estufa vegetal por 48 horas para secagem. Depois de secas foram trituradas no moinho centrifugo simples - MCS 350 (10cv), realizando a moagem das conchas por meio de atrito com peneira de 2 mm, obtendo aproveitamento de cem por cento do produto após triturado e com a granulometria desejada. Esse processo foi realizado no Setor de Aquicultura da UFERSA (DCAN/UFERSA).

Figura 2: Localização do município de coleta da amostra das conchas.



Fonte: CARVALHO, 2011.

4.2.2 Obtenção das cinzas

A obtenção das cinzas ocorreu em duas indústrias de cerâmicas da região do Vale do Assú - RN (Figura 3), sendo acondicionadas em sacos plásticos e conduzidas ao laboratório, onde foram homogêneas e passadas em peneiras de malha de 2 mm de diâmetro. As cinzas são derivadas da queima de material vegetal das espécies algarobeira (*Prosopis juliflora*) e a poda de cajueiro (*Anacardium occidentale*).

Figura 3: Localização da Microrregião de coleta da amostra da Cinza.



Fonte: Google

4.2.3 Carbonato de cálcio

Foi utilizado carbonato de cálcio P.A. industrializado por VETEC QUÍMICA FINA LTDA. Lote 1003064. Cód. 537. 500g. Segue em apêndice 1, o boletim de garantia do produto com as descrições químicas.

4.3 Condução do experimento

O experimento foi conduzido em delineamento experimental com esquema fatorial de 3 x 3 x 5, correspondendo a solos, três corretivos e cinco doses, distribuídos esquema fatorial inteiramente casualizados com três repetições. A necessidade de calagem para o carbonato de Cálcio (CaCO_3 em t ha^{-1}) foi definida segundo método da Saturação por Bases (SOUSA et al., 2015), para elevá-la a 70%, assim foi homogeneizada a 0,5 dm^3 de solo nas proporções de 0% ; 50%; 100%; 150% e 200% , conforme a tabela 4. Dessa forma, para o solo Cambissolo Háplico carbonático, Latossolo Vermelho Amarelo e Argissolo Vermelho Distrófico Típico foram utilizados os corretivos na proporção, 0g; 0,12g; 0,24g; 0,36g e 0,48g; 0g; 0,25g; 0,49; 0,74g e 0,98g; 0g; 0,04g; 0,08; 0,12g e 0,16 respectivamente.

Tabela 4: Necessidade de calagem utilizando carbonato de cálcio.

SOLO	Necessidade de calagem				
	0%	50%	100%	150%	200%
Cambissolo Háplico carbonático	0 g	0,12 g	0,24 g	0,36 g	0,48 g
Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico	0 g	0,25 g	0,49 g	0,74 g	0,98 g
Argissolo Vermelho Distrófico Típico	0 g	0,04 g	0,08 g	0,12 g	0,16 g

Fonte: Autoria própria.

A quantidade de pó de concha e de cinzas utilizada em cada solo correspondeu às proporções de 0%; 2,5%; 5%; 10%; 15% em relação ao volume de solo homogeneizado a 0,5 dm^3 , conforme visto na tabela 5.

Tabela 5: Necessidade de calagem utilizando cinza vegetal e pó de concha.

SOLO	Necessidade de calagem				
	0%	2,5%	5%	10%	15%
Cambissolo Háptico carbonático	0 g	12,5 g	25 g	50 g	75 g
Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico	0 g	12,5 g	25 g	50 g	75 g
Argissolo Vermelho Distrófico Típico	0 g	12,5 g	25 g	50 g	75 g

Fonte: Autoria própria.

Os solos foram incubados com os três corretivos por um período de nove semanas em sacos plásticos, aonde foram abertos para coleta de alíquotas de 10 cm³ para análise de pH, permanecendo abertos por aproximadamente 20 minutos para a promoção da aeração do solo e consequente troca dos gases, sendo colocado 50 mL de água destilada em cada solo semanalmente para alcance da reação dos corretivos.

4.4. Determinação do pH

A leitura do pH foi realizada depois de aplicado os corretivos, nos dias sete, vinte um, trinta e cinco, quarenta e nove e sessenta e três, utilizando metodologia EMBRAPA (2009). O pH medido em potenciômetro com eletrodo combinado para medição do potencial eletronicamente por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão solo. O procedimento consistiu em colocar 10 cm³ de solo em copo plástico de 100 mL. Adicionar 25 mL de água destilada; posteriormente à amostra foi agitada com bastão de vidro e deixada em repouso por uma hora, em seguida agitou-se novamente a amostra e realizou-se a leitura do pH

4.5 Contagem e identificação das bactérias

Para cada um dos tratamentos foi realizada contagem das bactérias no primeiro, trigésimo e sexagésimo dia. A quantificação da microbiota do solo retirou-se uma amostra de 10 g de solo e adicionado 90 mL de solução salina 0,9% Essa mistura era agitada por 15 minutos a 80 rpm sob agitação orbital, em seguida retirava-se 1 mL de

cada amostra realizando diluições seriadas 10^{-2} e 10^{-3} com semeadura nos meios de cultura com duas repetições para cada amostra (TORTORA et al., 2012). Sendo realizado o mesmo método para os corretivos (pó de concha, cinza e carbonato de cálcio).

A contagem foi realizada utilizando-se o método de contagem de microorganismos em placas, onde foi contabilizado o número de células viáveis também denominadas de unidades formadoras de colônias (UFC), que consistiu em, adicionar em cada placa de Petri com 10 mL de Tryptone Soya Agar (TCA), em seguida acrescido uma alíquota de 0,1 mL de cada diluição, sendo inoculadas no centro da placa e espalhadas pela superfície do meio com auxílio de alça de Drigalski. Todo o procedimento de diluição e inoculação nas placas foi realizado em câmara de fluxo laminar esterilizada.

Posteriormente foram encubadas em estufa bacteriológica a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ e após o período de 48 horas de incubação, realizou-se a leitura utilizando um contador de colônia, sendo as diluições selecionadas aquelas que apresentaram a contagem de colônias entre 30 e 300. Sendo o resultado das unidades formadoras de colônias devido à multiplicação do número de colônias contabilizadas na placa pelo índice de diluição, correspondendo a diluição 10^{-2} a multiplicação por 100 e a diluição 10^{-3} a multiplicação por 1000, sendo realizada posteriormente a média aritmética das diluições.

4.5.1 - Caracterização das cepas bacterianas

As culturas puras foram obtidas a partir de uma amostra de cada tratamento que correspondeu a esquema de três corretivos, três solos e cinco doses, correspondendo a 45 amostras, sendo repicadas as cepas para ágar nutriente (A.N.) empregando-se a técnica de esgotamento da alça de platina, incubando-as por 24 horas a 30°C . A confirmação da obtenção de cultura pura foi alcançada por meio da análise microscópica.

Adotou-se nas culturas de 24h em A.N., a técnica de Coloração Diferencial de Gram, para análise de suas características morfológicas e visualização microscópica.

Realizaram-se provas bioquímicas baseadas em MacFaddin (2000), para identificar os grupos e as espécies de bactérias. Sendo os testes realizados no presente

trabalho de NaCl a 5% e a 6,5%, Motilidade, DNase, Oxidação e Fermentação, Bile-esculina, Ureia, Produção de H₂S, Indol, Catalase, Mac conkey, Oxidase, Hemolise, Nitrato, e bacilos álcool-ácido resistentes (BAAR), Citrato, Fenilalanina, Teste do vermelho de metila (VM), Teste Voges-Proskauer (VP), Lisina, Gás, Lactose.

4.6 Análise estatística

Realizaram-se as análises nos solos com o programa ASSISTAT – Assistência Estatística, versão 7.7, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A realização das análises microbiológicas utilizou-se o programa Excel 2007, os dados foram submetidos à regressão polinomial de 2º ordem entre as doses e os dias nos corretivos para cada solo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Respostas dos corretivos

As características químicas dos solos antes da incorporação dos corretivos, indicaram que se tratam de solos ácidos, com pH (água) entre 4,4 a 5,0 e carência de nutrientes como Cálcio, Magnésio, Potássio e Fósforo, sendo considerados segundo o IAC (2017) solos com deficiência de nutriente e alta acidez.

A aplicação dos corretivos (carbonato de cálcio, pó de concha marinha e cinza vegetal) nos três solos foi realizado para ocasionar a elevação do pH. Assim, foi observado interações entre corretivo e solo na primeira leitura realizada após 7 dias, obtendo resultados semelhantes em todos os solos. A cinza demonstrou resultados superiores aos outros corretivos em todos os níveis, elevando o pH entre 8,61 a 10,00 com relação aos níveis de aplicação do corretivo; a concha marinha nos níveis 2 e 3, correspondeu a 12,5g e 50g do corretivo aplicado, obtendo resultados superiores ao carbonato de cálcio, sendo que nos níveis posteriores (4 e 5) os resultados equipararam-se estatisticamente, como visto na Tabela 6.

Tabela 6: Valores de pH para o solo em função das doses de carbonato de cálcio, pó de concha e cinza vegetal, no 7º dia.

CORRETIVOS	NÍVEL				
	1	2	3	4	5
----- 7 dias -----					
Cinza	5,36 a	8,61 a	9,21 a	9,72 a	10,00 a
Pó de Concha	5,16 a	7,65 b	7,79 b	8,15 b	8,30 b
CaCO ₃	5,23a	6,38 c	7,40 c	8,11 b	8,21 b

** Cinza: Nível 1 – 0%; Nível 2 – 2,5%; Nível 3 – 5%; Nível 4 – 10%; Nível 5 – 15%. Pó de concha: Nível 1 – 0%; Nível 2 – 2,5%; Nível 3 – 5%; Nível 4 – 10%; Nível 5 – 15%. CaCO₃: Nível 1 – 0%; Nível 2 – 50%; Nível 3 – 100%; Nível 4 – 150%; Nível 5 – 200%. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No solo Cambissolo Háplico Carbonático (Apodi) ocorreu interações entre os corretivos, solos e as doses a partir da segunda leitura realizada após 21 dias de experimento. Realizando comparativo entre os corretivos, percebeu-se que a cinza vegetal demonstrou resultados superiores em todas as leituras realizadas com relação aos

corretivos e aos níveis de aplicação das doses, ressaltando que após o termino do experimento o pH encontrava-se próximo a 7,83 no menor nível, sendo que os níveis posteriores ocorreram uma grande evolução do pH chegando a 9,74 no maior nível (Tabela 7); associando pequenas quantidades de cinza ao alto poder de alcalinidade e neutralização rápida, contudo o uso indiscriminado da cinza pode causar problemas, principalmente com a aplicação de doses excessivas, conforme Yarabrazil (2015), níveis de pH acima de 7,5 ocorre deficiência de zinco, magnésio e ferro, podendo ser prejudicial para desenvolvimento de culturas agrícolas.

Tabela 7: Valores de pH para o solo Cambissolo Háptico Carbonático (Apodi) função das doses de carbonato de cálcio, pó de concha e cinza vegetal.

CORRETIVOS	NÍVEL				
	1	2	3	4	5
----- 21 dias -----					
Cinza	4,96 a	8,19 a	8,80 a	9,41 a	9,64 a
Pó de Concha	4,88 a	6,88 b	7,63 b	7,69 b	7,97 b
CaCO ₃	5,00 a	5,97 c	6,65 c	7,88 b	8,10 b
----- 35 dias -----					
Cinza	4,96 a	7,95 a	8,75 a	9,44 a	9,61 a
Pó de Concha	4,93 a	7,00 b	7,78 b	7,91 b	7,90 b
CaCO ₃	4,94 a	6,29 c	6,91 c	7,48 c	8,10 b
----- 49 dias -----					
Cinza	4,87 a	8,11 a	8,85 a	9,30 a	9,50 a
Pó de Concha	4,75 a	7,08 b	7,83 b	7,94 b	7,92 b
CaCO ₃	4,57 a	5,81 c	6,92 c	7,50 c	7,72 b
----- 63 dias -----					
Cinza	4,66 a	7,83 a	8,86 a	9,41 a	9,74 a
Pó de Concha	4,64 a	7,10 b	7,86 b	7,80 b	7,84 c
CaCO ₃	4,56 a	5,94 c	6,73 c	7,44 c	8,16 b

** Cinza: Nível 1 – 0g; Nível 2 – 12,5g; Nível 3 – 25g; Nível 4 – 50g; Nível 5 – 75g. Pó de concha: Nível 1 – 0g; Nível 2 – 12,5g; Nível 3 – 25g; Nível 4 – 50g; Nível 5 – 75g. CaCO₃: Nível 1 – 0g; Nível 2 – 0,12g; Nível 3 – 0,24g; Nível 4 – 0,36g; Nível 5 – 0,48g. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A concha marinha obteve resultados estatisticamente melhor com relação ao carbonato de cálcio nos níveis 2 e 3 na segunda leitura realizada após 21 dias de experimento, sendo que nas leituras posteriormente (35, 49 e 63), ocorreu elevação superior ate o nível 4 (Tabela 7); ressaltando que após o termino do experimento no

sexagésimo terceiro dia, o menor nível (2) apresentou o pH ideal ao desejável próximo ao neutro, sobressaindo o poder de neutralização deste corretivo com pequenas porções, podendo associar ao seu poder de neutralização total (PRNT), segundo Lo Monaco et al. (2012), o resíduo da concha equivale a 95,4% de PRNT. Observou-se que não ocorreu evolução do pH com relação aos níveis de corretivo, ocasionado desperdício de material quando aplicados nas doses 4 e 5. O carbonato na ultima leitura apresentou pH 6,73, no nível 3 de aplicação de 100% do corretivo.

O solo Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico (Serra do Mel) a partir da segunda leitura realizada após 21 dias de experimento percebeu-se interações entre os corretivos, solos e as doses aplicadas. O comparativo entre os corretivos neste solo observou-se que a cinza vegetal demonstrou resultados superiores em todas as leituras realizadas e em todos os níveis de aplicação das doses com relação aos corretivos, ressaltando que após o termino com 63 dias de experimento o pH encontrou-se 8,16 no menor nível, chegando a um aumento gradativo com a elevação das doses (Tabela 8); tratando-se de níveis de aplicação elevadas para o solo, segundo Guariz et al., (2009) a necessidade de calcário pode ser eliminada devido a aplicação de cinza, por apresentar uma elevação do pH, sendo viável a sua aplicação no solo.

Tabela 8: Valores de pH para o solo Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico (Serra do Mel) em função das doses de carbonato de cálcio, pó de concha e cinza vegetal.

CORRETIVOS	DOSES				
	I	II	III	IV	V
----- 21 dias -----					
Cinza	4,72 a	8,07 a	8,55 a	9,33 a	9,54 a
Pó de Concha	4,46 b	7,08 b	7,49 b	7,70 c	7,73 c
CaCO ₃	4,36 b	6,40 c	7,25 c	7,97 b	7,98 b
----- 35 dias -----					
Cinza	4,60 a	8,14 a	8,27 a	9,48 a	9,27 a
Pó de Concha	4,30 a	7,24 b	7,36 b	7,87 b	7,91 b
CaCO ₃	4,40 a	5,84 c	6,79 c	7,70 b	8,15 b
----- 49 dias -----					
Cinza	4,50 a	8,14 a	8,71 a	9,46 a	9,87 a
Pó de Concha	4,38 a	7,08 b	7,68 b	7,78 b	7,85 b
CaCO ₃	4,35 a	5,50 c	6,85 c	7,72 b	7,91 b
----- 63 dias -----					
Cinza	4,54 a	8,16 a	8,71 a	9,51 a	9,82 a

Pó de Concha	4,25 ab	6,92 b	7,58 b	7,81 b	7,85 c
CaCO ₃	4,12 b	5,68 c	6,72 c	7,96 b	8,22 b

** Cinza: Nível 1 – 0g; Nível 2 – 12,5g; Nível 3 – 25g; Nível 4 – 50g; Nível 5 – 75g. Pó de concha: Nível 1 – 0g; Nível 2 – 12,5g; Nível 3 – 25g; Nível 4 – 50g; Nível 5 – 75g. CaCO₃: Nível 1 – 0g; Nível 2 – 0,25g; Nível 3 – 0,49g; Nível 4 – 0,74g; Nível 5 – 0,98g. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A concha marinha obteve resultados estatisticamente melhor com relação ao CaCO₃ nos níveis 2 e 3 (0,25g e 0,49g) na segunda leitura realizada após 21 dias de experimento e nos níveis posteriores (4 e 5) o carbonato sobressaiu com resultados superiores à concha marinha. As leituras realizadas após 35 dias de experimento observou-se que a concha marinha apresentou resultados melhores que o CaCO₃ nos níveis 2 e 3, as doses posteriores que equivalem aos níveis 4 e 5 (0,74g e 0,98g) foram semelhantes estatisticamente (Tabela 8). Na leitura realizada no sexagésimo terceiro dia observou-se que o menor nível (2) de pó de concha o pH era 6,92, ideal ao desejado próximo ao neutro; com relação ao carbonato de cálcio, o pH foi 6,72 o desejado para o solo, correspondeu o nível 3 da aplicação, sendo 100% de aplicação do corretivo. Ressaltando que a eficiência desses corretivos é devido à incorporação na profundidade adequada, sendo imprescindível que quanto menor as partículas, maior contato e mais rápido a ação e correção da acidez (NATALE et al., 2007).

Os solos anteriormente mencionados, depois de aplicado os corretivos apresentaram elevação do pH com posterior estabilização a partir de 49 dias, podendo associar essa semelhança entre os solos na saturação de bases (V%), sendo exemplificado por Ronquim (2010) que a estabilização em quarenta dias após início da aplicação do corretivo pode advir devido a facilidade da mistura do corretivo e as ótimas condições de umidade.

O solo Argissolo Vermelho Distrófico Típico (Mossoró) ocorreu interações entre os corretivos, solos e as doses a partir de 21 dias de experimento; quando comparado os corretivos neste solo pode analisar a cinza vegetal em todas as leituras apresentou melhores resultados com relação aos corretivos anteriores, a partir de 35 dias do experimento o pH estava estabilizado e o menor nível apresentava pH de 8,87 (Tabela 9).

Tabela 9: Valores de pH para o solo Argissolo Vermelho Distrófico Típico (Mossoró) em função das doses de carbonato de cálcio, pó de concha e cinza vegetal.

CORRETIVOS	DOSES				
	I	II	III	IV	V
----- 21 dias -----					
Cinza	5,05 a	8,83 a	9,44 a	9,96 a	10,15 a
Pó de Concha	4,80 b	7,79 b	8,12 b	8,26 c	8,38 c
CaCO ₃	4,80 b	6,73 c	8,03 b	8,51 b	8,60 b
----- 35 dias -----					
Cinza	4,71 a	8,87 a	9,39 a	9,69 a	9,93 a
Pó de Concha	4,79 a	8,11 b	8,10 b	8,41 b	8,43 b
CaCO ₃	4,76 a	6,67 c	8,11 b	8,28 b	8,55 b
----- 49 dias -----					
Cinza	4,82 a	8,95 a	9,46 a	9,65 a	9,74 a
Pó de Concha	4,79 a	7,96 b	8,23 b	8,47 b	8,33 b
CaCO ₃	4,71 a	6,42 c	8,30 b	8,49 b	8,38 b
----- 63 dias -----					
Cinza	4,43 a	8,97 a	9,70 a	10,13 a	9,99 a
Pó de Concha	4,67 a	8,05 b	8,27 b	8,23 b	8,25 b
CaCO ₃	4,60 a	6,16 c	8,20 b	8,57 b	8,53 b

** Cinza: Nível 1 – 0g; Nível 2 – 12,5g; Nível 3 – 25g; Nível 4 – 50g; Nível 5 – 75g. Pó de concha: Nível 1 – 0g; Nível 2 – 12,5g; Nível 3 – 25g; Nível 4 – 50g; Nível 5 – 75g. CaCO₃: Nível 1 – 0g; Nível 2 – 0,25g; Nível 3 – 0,49g; Nível 4 – 0,74g; Nível 5 – 0,98g. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A concha marinha após 21 dias de experimento alcançou melhores resultados estatisticamente com relação ao carbonato de cálcio no nível 2 e 3 (12,5g e 25g), sendo que o CaCO₃ demonstrou-se superior estatisticamente nos níveis mais elevados (4 e 5). A leitura realizada após 35 dias pode-se verificar que ocorreu uma estabilização do pó da concha e CaCO₃ no solo, sendo que a concha marinha apresentou superioridade no menor nível (2) e semelhança estatística com o carbonato nos níveis 3, 4 e 5. Ressaltando que o pH no menor nível (2), utilizando a concha marinha apresentou 8,11 e o CaCO₃ com pH 6,67 (Tabela 9).

Podendo associar essa estabilização em um menor tempo e a alta elevação do pH a saturação de base (V%) do solo de 58%, uma vez que S.B. acima de 50% é considerada com boas condições químicas, baixa acidez e disponibilidade de nutrientes (EMBRAPA, 2011), portanto a necessidade de calagem deve ser muito pequena, apenas para elevar à saturação de cátions e/ou a aplicação de calcário do corretivo em superfície é dispensada (VIITI, PRIORI 2010). O aumento do pH pode acarretar condições de alcalinidade no solo, proporcionando severas mudanças no equilíbrio

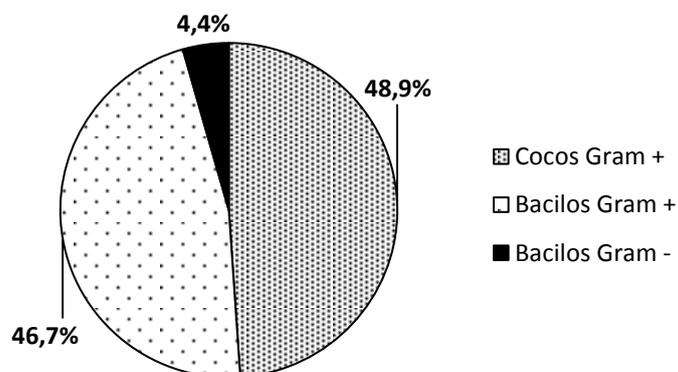
químico dos nutrientes na solução do solo, acarretando redução da solubilidade e disponibilidade de alguns nutrientes catiônicos para as plantas e a precipitação de fósforo e enxofre em decorrência da reação com o cálcio em pHs de solo elevados (ALVAREZ et al., 2007).

Nos solos mencionados percebeu-se picos de elevação e diminuição do pH para poder ocorrer à estabilização com os corretivos de concha marinha e carbonato de cálcio, segundo Rossa (2007) em seu trabalho com pH dos solos, observou pequenas variações de pH para os solos, fazendo a curva de neutralização oscilar até alcançar a relativa estabilização na época, sendo devido à solubilidade do carbonato de cálcio puro em contato com o solo.

5.2 Diversidade fenotípica de isolados bacterianos

Ocorreu o isolamento de 45 estirpes bacterianas nas amostras dos solos com relação às doses, com base nos crescimentos em superfícies das placas. De acordo com a divisão grupal das estirpes e baseado nas características tinto-morfológicas, o maior percentual presente nas amostras de solo trata-se de cocos gram positivo (48,9 %), seguido de bacilos gram positivos (46,7 %) e em menor percentual os bacilos gram negativos (4,4%), (Figura 4). As provas bioquímicas realizadas possibilitaram a identificação das estirpes isoladas nos solos em nível de família. A chave de identificação foi feita utilizando testes das características bioquímicas, seguindo a chave de identificação descrita no manual de Mac Faddin (2000).

Figura 4: Caracterização morfológica e tintorial de Gram das amostras de solo.



Fonte: Autoria própria.

As Enterobactérias são da família Enterobacteriaceae e foram encontradas oito cepas nas amostras, o que correspondeu a um percentual de 17,78% das bactérias identificadas nos solos (Tabela 10). Conforme a ANVISA (2013) as Enterobactérias são comumente encontradas em solo, água, frutas, vegetais e produtos de origem animal, sendo bactérias de origem fecal, que segundo Ferretti e Alexandrino (2013), podem estar relacionados aos animais nativos da região, como roedores e pássaros. Sua distribuição nas amostras associa-se com a elevação do pH, o qual aumenta o crescimento das Enterobactérias (VIEIRA BR et al., 2010). Conforme Junior e Lopes (2010) são resistentes a agro defensiva, sugerindo a possibilidade dessas bactérias em trabalhos de biorremediação, como a *Escherichia coli* e *Hafnia* sp.

Tabela 10: Determinação do número e percentagem de bactérias isoladas nos solos.

BACTÉRIAS	QUANTIDADE	%
Enterobacterias	8	17,78
<i>Microbacterium</i> sp.	7	15,56
<i>Bacillus licheniformis</i>	6	13,33
<i>Acinetobacter</i> sp.	4	8,89
<i>Cellulomonas</i> sp.	4	8,89
<i>Corynebacterium</i> sp.	4	8,89
<i>Xanthomonas</i> sp.	3	6,67
<i>Xanthobacter</i> sp.	2	4,44
<i>Pseudomonas</i> sp.	2	4,44
<i>Brevibacterium</i> sp.	1	2,22
<i>Exiguobacterium</i> sp.	1	2,22
<i>Providencia</i> sp.	1	2,22
<i>Aeromonas</i> sp.	1	2,22
<i>Actinomyces</i> sp.	1	2,22
TOTAL	45	100

Fonte: Autoria própria.

Microbacterium sp. pertence à família das Microbacteriaceae da ordem das Actinomycetales, as quais apresentaram-se em abundancia nos solos, correspondendo a sete cepas o que equivale a 15,56% das amostras (Tabela 10). Foram encontradas nas amostras em que os solos apresentaram pH próximo a neutro, onde houve utilização dos corretivos de concha marinha e carbonato de cálcio, o mesmo resultado foi abordado por Cid (2015) em seu trabalho com solos encontrando *Microbacterium* no pH a 6,2.

Segundo Lin et al., (2012), essas bactérias podem ser isoladas no solo, na água, no ar, em plantas e em humanos. Apresentando aplicabilidade na produção de exopolissacarídeo, degradação de xilana, degradação de óleo, tolerância a metais pesados, na produção de biosurfactantes, degradação de dimetilsulfeto, degradação de lactona e promotor de crescimento em plantas. Provavelmente, essas espécies de *Microbacterium* diminuíram a tensão interfacial e superficial podendo ter aplicação em processos de biorremediação do solo.

Cepas de *Bacillus licheniformis* foram encontradas em seis amostras nos solos com o pH entre 7 e 9, correspondendo a 13,33% como mostra a Tabela 10. Essas bactérias cresceram em um meio simples e com variações de pH, podendo produzir enzimas hidrolíticas, como as proteases, mananases e glucanases, independente do meio de cultura usado (SAMANYA; YAMAUCHI, 2002; SHUMI et al., 2004). Nunca foi reportado sobre a patogenicidade dos micro-organismos deste gênero, que tem sido utilizado extensivamente na produção industrial de exoenzimas (VEITH et al., 2004).

Conn et al. (1997) destacam que essas bactérias são promotoras do crescimento em plantas, colaborando diretamente na promoção e produção de ácido cianídrico, fitohormônios, enzimas, mineralização de nutrientes, fixação do nitrogênio e aumento da absorção de nutrientes pelas raízes. Atuando na diminuição da incidência e inibição de crescimento de fito-patógenos (FREITAS e PIZZINATO, 1997), e favorecendo na solubilização de fosfato (ROJAS et al., 2001).

Bactérias do gênero *Acinetobacter* sp. foram identificadas quatro cepas, as quais corresponderam a 8,89% das amostras (Tabela 10), sua identificação foi nas amostras que apresentaram corretivos de pó de concha e com pH em torno de neutro, segundo Fournier (2006), seu habitat natural é no solo e na água, podendo ser isoladas de alimentos, artrópodes, carne, peixes e do meio ambiente; costumeiramente encontrados em solos ricos em calcário, aonde o primeiro isolamento foi descrito por Beijerinck (1911). Este gênero é capaz de solubilizar fosfatos insolúveis e disponibilizar para as plantas (SOUZA et al., 2011); vários trabalhos abordam como sendo bons degradadores de hidrocarbonetos, inclusive alcanos (ROSENBERG et al., 1982; NOORDMAN et al., 2002; THRONE-HOLST, et al., 2006; WENTZEL et al., 2007).

Cellulomonas sp. apresentaram quatro cepas o equivalente a 8,89% das amostras (Tabela 10), são bactérias celulósicas neste caso podem produzir celuloses que

hidrolisam a biomassa celulosa (LI et al., 2011). Foram encontradas em amostras em que o pH era entre 6,0 – 7,5; onde, Ifran et al., (2012) isolou uma bactéria identificada como *Cellulomonas* sp. em um pH em torno de 7,5 na qual pode-se apresentar atividades enzimáticas em diversas condições. Ferraz (2004) enfatiza que as matérias lignocelulósicas são constituídas basicamente por celulose, hemicelulose, lignina e pequenas quantidades de sais minerais, a degradação *in natura* desses compostos representa um dos processos mais importantes na ciclagem dos diversos elementos nos ecossistemas. Essa matéria possui importantes funções na manutenção dos ecossistemas, como estabilizar os agregados do solo através da formação de grumos, aumentar a capacidade do solo em reter água, assim como servir de fonte de energia para organismos decompositores (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001).

Espécies do gênero *Corynebacterium* sp. corresponderam a quatro cepas o equivalente a 8,89% das amostras (Tabela 10), sendo encontradas em solos com pH entre 8,0 – 10,00 e nas amostras que continham carbonato de cálcio e cinza vegetal como corretivos. Segundo Costa et al. (2010) pode ser utilizada para realizar biorremediação em solos contaminados por metamidofós, pois apresenta capacidade em degradar e reduzir a concentração do contaminante no solo. Dreyer et al., (2000) descreve a bactéria *Corynebacterium glutamicum* como produtora de ácido L-glutâmico com potencial de efeito biofertilizante. No metabolismo vegetal, o ácido L-glutâmico participa de inúmeros processos metabólicos, como o de assimilação do nitrogênio, na fotossíntese, e na síntese de outros aminoácidos (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Xanthomonas sp. coletada nas amostras correspondeu a três cepas em nível de porcentagem de 4,44% (Tabela 10). Esses micro-organismos vivem no solo ou na rizosfera e é capaz de extrair e solubilizar fósforo presente no solo (BHARTI et al., 2013). Estudos relacionados com *Xanthomonas campestris* e *X. oryzae* pv observaram que a faixa ideal para seu desenvolvimento era em torno de um pH entre 6,0 a 9,0 (SIVASWAMY e MAHADEVAN, 1986). O presente trabalho constatou que essa bactéria foi encontrada na amostra de solos com pH próximo a 10,0.

Foram encontradas nos solos duas cepas como mostra a tabela 10, de *Xanthobacter* sp. equivalentes a 4,44% das amostras, sua identificação foi em amostras com pH acima de 8 e na aplicação de cinza vegetal como corretivo, segundo Vazquez et

al. (2000) é capaz de solubilizar fosfato provavelmente por meio da liberação de ácidos orgânicos e possivelmente disponibiliza esse mineral para as plantas.

Pseudomonas sp. encontradas foram às espécies *P. oryzihibitam* e *P. alcaligenes*, as quais corresponderam a 4,44% das amostras (Tabela 10), sendo identificadas no pH entre 7,0 a 8,0. Podendo associa-la segundo Bharti et al. (2013) a capacidade de solubilizar e extrair o fosforo presente no solo, como os fosfatos inorgânicos naturais insolúveis, sendo capaz de disponibilizar para a plantas. Sasirekha et al. (2012) descreve que pode promover o crescimento devido fornecer ferro para a planta, capacidade de diminuir etileno em tecidos de plantas e a capacidade de secretar ácido indol – 3-acético (AIA).

Brevibacterium sp. correspondeu a 2,22% das amostras avaliadas (Tabela 10), sendo encontrado no solo que utilizou o pó de concha como corretivo e com pH próximo ao neutro, a sua presença é justificada conforme Kiran et al. (2010) por se tratar de espécies amplamente presentes no ambiente marinho, dessa forma o gênero possivelmente foi introduzido no solo pelo corretivo utilizado, devido à filtração dos bivalves no ambiente e absorção do material orgânico para sua concha. Até o presente momento apenas três espécies foram isoladas a partir de amostras de ambiente marinho, *Brachybacterium zhongshanense*, *Brachybacterium phenoliresistens* e *Brachybacterium paraconglomeratum* (MONTALVO et al., 2005, CHOU et al., 2007; ZHANG et al., 2007). Atualmente os estudos relacionados a esta bactéria nos solos é com relação ao isolamento da linhagem da *Brevibacterium casei* na biorremediação, segundo Farahat e Gendy, (2014) solos contaminados com hidrocarbonetos foram degradados 58% do petróleo cru e 90% para alcanos.

Exiguobacterium sp. foi isolada em uma cepa das amostras o que correspondeu a 2,22% (Tabela 10), sendo encontrada no solo com material de pó de concha na correção e com pH próximo a 7,5. Podendo ser aplicada em diversos ramos como na biotecnologia, biorremediação, indústria e agricultura (LEE et al., 2009; MARGESIN; FELLER, 2010; KUMAR et al., 2010). Este gênero pode sobreviver em condições ambientais extremas (-12 a 55 °C) e isoladas em diferentes habitats (Vishnivetskaya et al., 2007). Selvakumar et al., (2010); Bharti et al. (2013) mostraram que *Exiguobacterium* sp. influencia no crescimento e na absorção de mudas, melhora o rendimento de metabólitos secundários de um composto tolerante da planta.

Providencia sp. isolada em uma cepa coletada nas amostras de solo, o que correspondeu a 2,22% (Tabela 10), sendo encontrada no solo com aplicação de cinza vegetal e o pH próximo a 10,0. De acordo com Koneman et al., (2008) na atualidade são conhecidas cinco espécies de *Providencia*: *P. alcalifaciens*, *P. Stuartii*, *P. rettigiri*, *P. rustigianii* e *P. heimbachae*. Em relatos de Mendes (2010) a maioria dessas enterobactérias habita os intestinos do homem e animais, seja como membros da microbiota normal ou como agentes infecciosos. Sendo encontradas mundialmente em diversos ambientes, como solo e água. Para Bartelt (2000), a forma de contaminação ocorre através da eliminação de fezes contaminadas em água e solo. A presença de animais nativos da região e a possível contaminação por fezes explica o aparecimento dessa bactéria no experimento, sendo ela um agente infeccioso para o homem. Fato este que não impede novos estudos para observar a viabilidade como agente de recuperação em solos.

Aeromonas sp. corresponderam a uma cepa que equivale a 2,22% das amostras (Tabela 10), sendo identificada na amostra que apresentou cinza vegetal como correção do solo e o pH em torno de 9,5. Jacques et al. (2007) destacam que desde a década de 1950 vem isolando bactérias pertencentes ao gênero *Aeromonas* e outros gêneros para degradação de compostos de aromáticos policíclicos (HAPs). Devido ao grande número de enzimas envolvidas na degradação destes compostos, a maioria dos micro-organismos do solo não possui a capacidade de degradar os HAPs, justificando a necessidade de se isolar e selecionar micro-organismos degradadores, visando a sua utilização na biorremediação de solos.

Actinomyces sp. foi encontrado em uma amostra dos solos (2,22%). (Tabela 10) Onde utilizou-se o pó de concha marinha na correção, o pH correspondia a 7,8 na amostra. São do grupo das *Actinobacterias*, conforme Janssen (2006), esse grupo representa aproximadamente 13% da comunidade bacteriana presente no solo. Lima (2013) ressalta que sua capacidade de crescer em locais que apresentam condições ambientais hostis como é o caso da região do semiárido nordestino. Adegboye e Babalola (2012) determinam a sua importância ecológica na reciclagem e mineralização de nutrientes no solo, desempenhando papel na decomposição de matéria orgânica. Patten e Glick (1996) relatam que a *Actinomyces* sp, e outros gêneros podem promover o crescimento vegetal aumentando o comprimento das raízes e o número de pelos

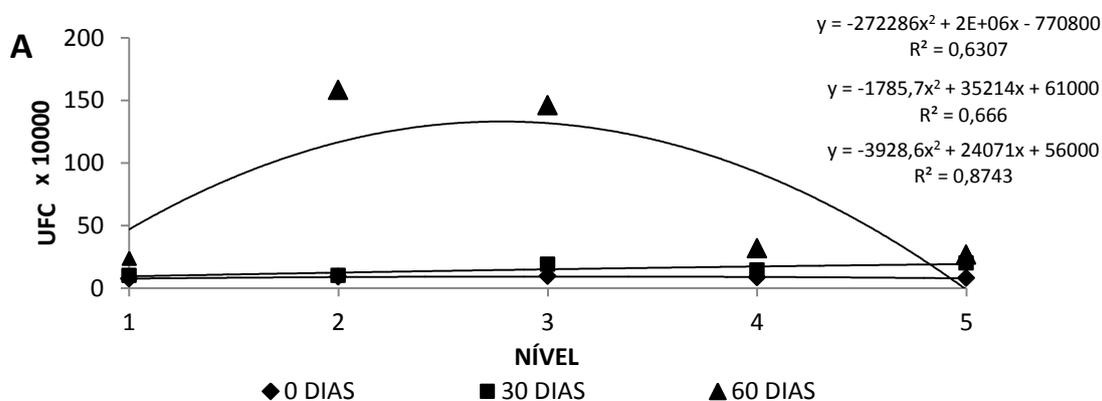
radiculares. Embora existam poucos relatos para o potencial enzimático do grupo, as actinobactérias constituem uma fonte promissora de enzimas (MANSOUR et al.,2015).

5.3 Crescimento bacteriano nos solos

Quanto à dinâmica de crescimento das bactérias nos solos quando aplicado o carbonato de cálcio, permitiu-se verificar que ocorreu devido a composição química do corretivo e a elevação das doses, o próprio corretivo em fase pura quando quantificado apresentou inatividade bacteriana. Tratando-se do crescimento da microbiota ao termino do experimento, observou-se que ocorreu elevação bacteriana apenas no nível 2, nos três solos, o que correspondia a aplicações de 0,12g (Cambissolo Háplico carbonático), 0,25g (Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico) e 0,04g (Argissolo Vermelho Distrófico Típico), de CaCO_3 .

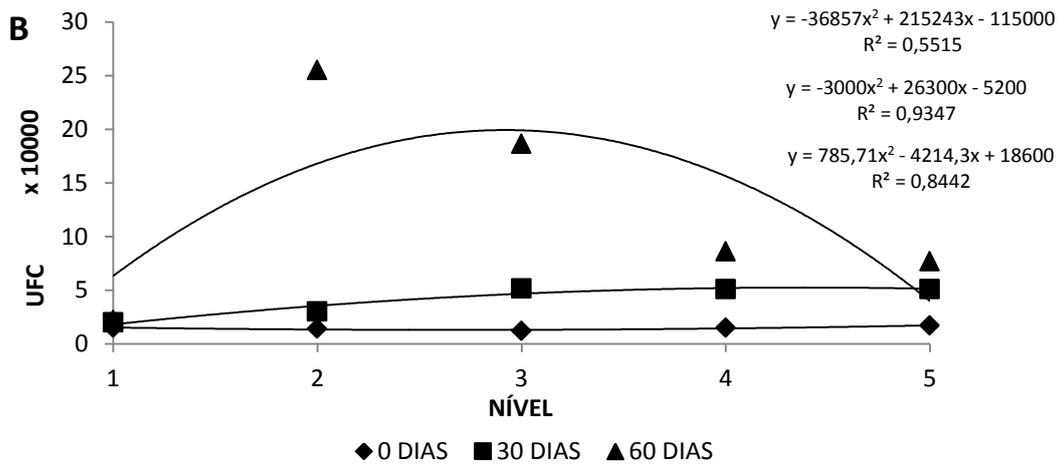
Nos níveis 4 e 5 (Cambissolo Háplico carbonático – 0,36g e 0,48g; Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico – 0,74g e 0,98g; Argissolo Vermelho Distrófico Típico – 0,12g e 0,16g) observou-se diminuição das bactérias, possivelmente devido ao aumento de pH nestes níveis que inibiu as bactérias acidófilas, como pode ser verificado na Figura 5. Conforme JAKOB et al., (2007) esse decréscimo do número de bactérias pode ser devido ao gasto energético o qual exige manutenção e alto gasto de energia para manter o pH ideal.

Figura 5: Quantificação do crescimento bacteriano com relação ao Carbonato de Cálcio nos solos.



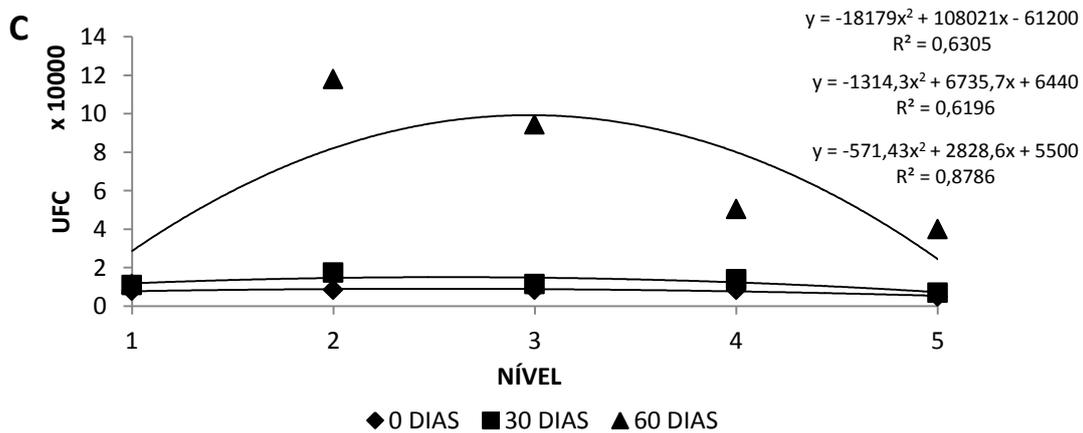
Legenda: Solos: A – Solo Serra do Mel (Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico); CaCO_3 : Nível 1 – 0g; Nível 2 – 0,25g; Nível 3 – 0,49g; Nível 4 – 0,74g; Nível 5 – 0,98g.

Fonte: Autoria própria.



Legenda: Solos: **B** – Solo Apodi (Cambissolo Háplico carbonático); CaCO₃: Nível 1 – 0g; Nível 2 – 0,12g; Nível 3 – 0,24g; Nível 4 – 0,36g; Nível 5 – 0,48g.

Fonte: Autoria própria.



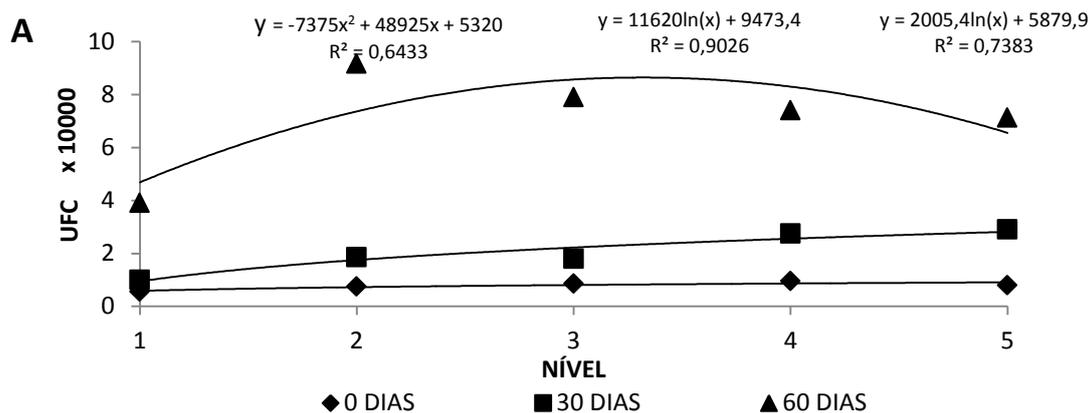
Legenda: Solos: **C** – Solo Mossoró (Argissolo Vermelho Distrófico Típico). Nível: 1 – 0% 2 – 50% 3 – 100% 4 – 150% 5 – 200%; CaCO₃: Nível 1 – 0g; Nível 2 – 0,25g; Nível 3 – 0,49g; Nível 4 – 0,74g; Nível 5 – 0,98g.

Fonte: Autoria própria.

Quanto ao pó de concha, considerou-se $3,05 \times 10^4$ UFC no corretivo antes do processo de correção, resultado este que não influenciou na dinâmica da correção do solo, pois os três solos ao término do experimento apresentaram uma inibição do crescimento bacteriano em todos os níveis, podendo associar esse fator a composição química do pó da concha - 97% de óxido de cálcio e poucos nutrientes- e a ocorrência da mineralização que sobreveio devido às altas doses nos níveis 3, 4 e 5, o que não favoreceu o aumento das bactérias, como mostra a Figura 6. Baseado em Costa et al. (2014), o óxido de cálcio, presente na composição da concha marinha, é fundamental

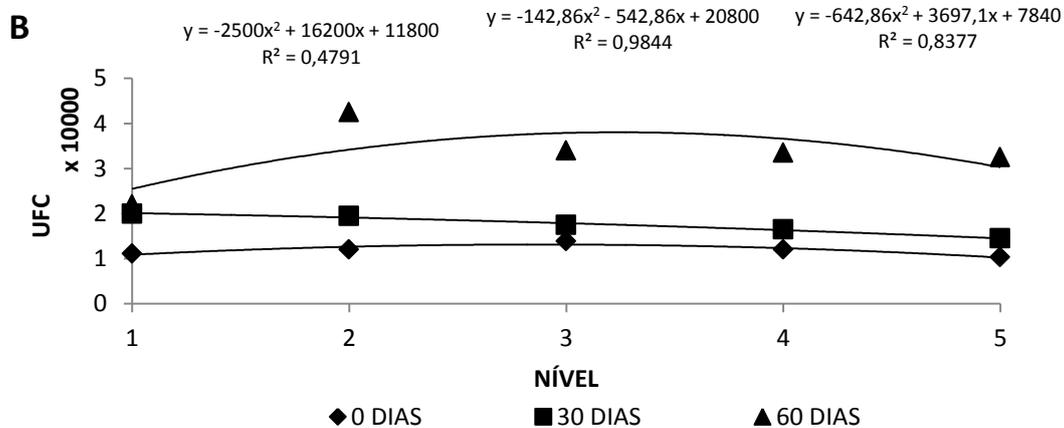
para atividade antimicrobiana. Quando associado à água, forma o hidróxido de cálcio, o qual dissocia os íons cálcio e hidroxila, destruindo micro-organismos.

Figura 6: Quantificação do crescimento bacteriano com relação ao Pó de concha marinha nos solos.



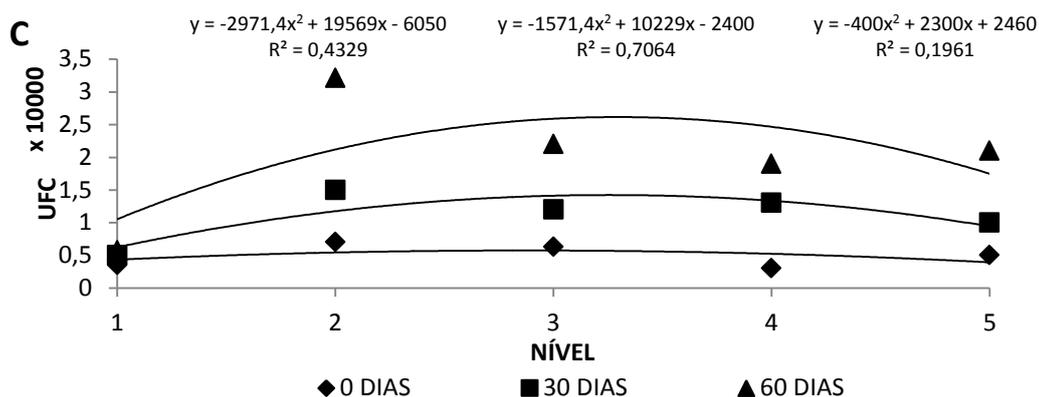
Legenda: Solos: **A** – Solo Serra do Mel (Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico); Nível 1 – 0g; Nível 2 – 12,5g; Nível 3 – 25g; Nível 4 – 50g; Nível 5 – 75g.

Fonte: Autoria própria.



Legenda: Solos: **B** – Solo Apodi (Cambissolo Háptico carbonático); Nível 1 – 0g; Nível 2 – 12,5g; Nível 3 – 25g; Nível 4 – 50g; Nível 5 – 75g.

Fonte: Autoria própria.



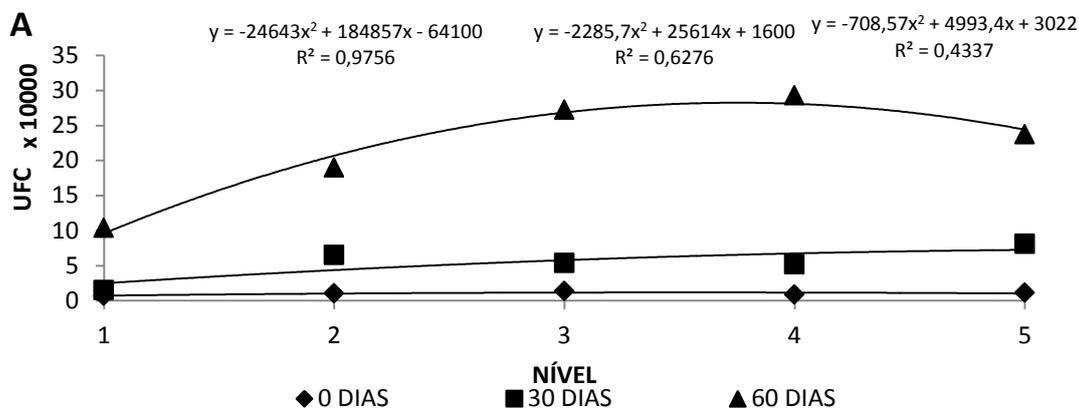
Legenda: Solos: C – Solo Mossoró (Argissolo Vermelho Distrófico Típico). Nível 1 – 0g; Nível 2 – 12,5g; Nível 3 – 25g; Nível 4 – 50g; Nível 5 – 75g.

Fonte: Autoria própria.

A cinza vegetal não apresentou atividade microbiana em sua composição, e quando aplicada nos solos estudados foi verificado um aumento no número de bactérias de acordo com o tempo, provavelmente devido à quantidade de nutrientes, pois segundo Zhang et al. (2002) trata-se de um resíduo que independente de sua origem pode apresentar elevados teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Tratando-se de elementos fundamentais para o desenvolvimento dos micro-organismos e de seus metabolismos para manter as funções energéticas, conforme observado na curva de crescimento da figura 7.

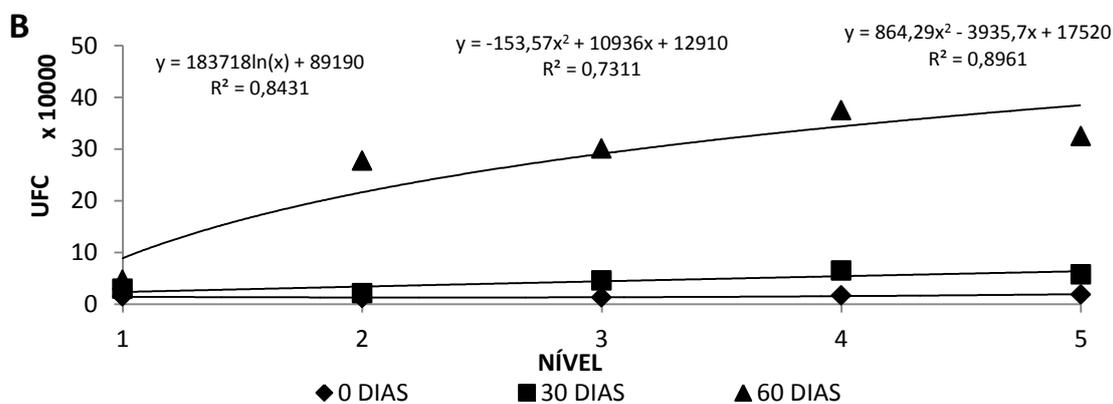
O aumento dos níveis do corretivo cinza proporcionou elevação do crescimento bacteriano, conforme Jäger et al.(2011) estas substâncias promovem a melhoria da estrutura e arejamento, bem como manutenção da umidade e temperatura do solo. Portanto, a aplicação de cinza vegetal em plantios agrícolas apresenta-se como uma importante oportunidade de restituição de parte dos nutrientes removidos pelas culturas, reduzindo a necessidade do uso de fertilizantes comerciais (SANTOS, 2012).

Figura 7: Quantificação do crescimento bacteriano com relação a Cinza vegetal nos solos.



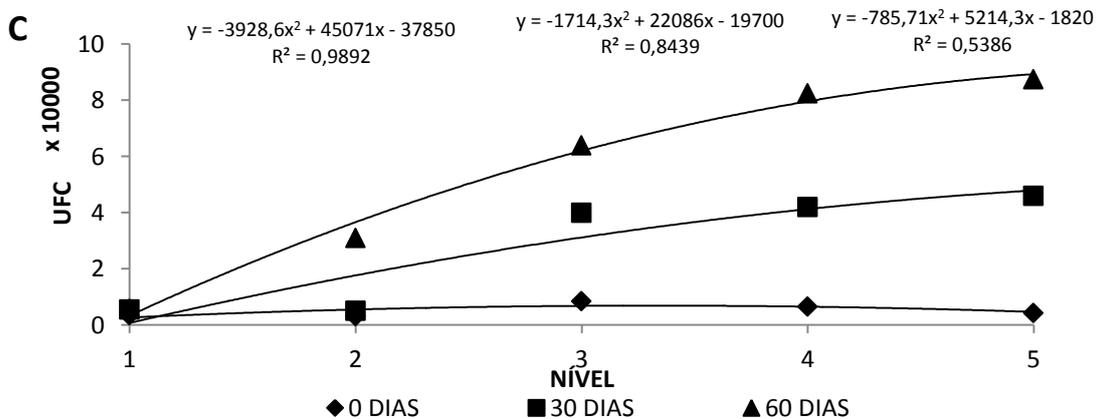
Legenda: Solos: **A** – Solo Serra do Mel strófico Típico). Nível 1 – 0g; Nível 2 – 12,5g; Nível 3 – 25g; Nível 4 – 50g; Nível 5 – 75g.

Fonte: Autoria própria.



Legenda: Solos: **B** – Solo Apodi (Cambissolo Háplico carbonático). Nível 1 – 0g; Nível 2 – 12,5g; Nível 3 – 25g; Nível 4 – 50g; Nível 5 – 75g.

Fonte: Autoria própria.



Legenda: Solos: **C** – Solo Mossoró (Argissolo Vermelho Distrófico Típico). Nível 1 – 0g; Nível 2 – 12,5g; Nível 3 – 25g; Nível 4 – 50g; Nível 5 – 75g.

Fonte: Autoria própria.

6. CONCLUSÕES

- O pó de concha e a cinza vegetal apresentaram potencial para correção da acidez dos três solos.
- O pó de concha apresentou comportamento superior ao carbonato de cálcio nos três solos, com a dose mais eficiente de 2,5% para solos com saturação de base menor que 50%; doses menores de corretivos devem ser aplicadas quando saturações de bases forem superiores a citada anteriormente. A cinza vegetal elevou o pH nos solos acima de 8,0 com a menor dosagem, correspondendo a 2,5%, dosagens menores devem ser aplicadas para não ocasionar alcalinização.
- As bactérias identificadas podem sobreviver a variações de pH entre 6,0 a 11,0 e auxiliar indiretamente na manutenção do solo, o transporte de nutrientes para as plantas e degradação de alguns compostos orgânicos.
- O carbonato de cálcio proporciona a diminuição da quantidade de cepas bacterianas com relação ao aumento das doses nos solos; o pó de concha ocasionou a inibição do crescimento em todas as doses aplicadas nos solos; enquanto a cinza vegetal favoreceu o crescimento das bactérias.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADEGBOYE, M. F.; BABALOLA, O. O. Taxonomy and ecology of antibiotic producing actinomycetes. **African Journal of Agricultural Research**, p. 2255-2261, 2012.

ALCARDE, J. C. **Corretivo de acidez dos solos: características e interpretações técnicas**, São Paulo, 2005, n. 6, p. 24. Disponível em <www.anda.org.br/multimedia/boletim_06.pdf>.

ALVAREZ V., V. H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C. H.; PEREIRA, N. de F. Enxofre. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 596-644 p.

ANVISA - Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília, 2013, Nota técnica 96 Nº 01/2013. **Medidas de prevenção e controle de infecções por enterobactérias multirresistentes**. Disponível em <portal.anvisa.gov.br>.

BAREKZAI, A.; MENGEL, K. Effect of microbial decomposition of mature leaves on soil pH. **Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde**. 1993. 93-94 p.

BARTELT, D.; KOCH, J.; TOURINHO, M.M. Anbau von Acai und Kakao in Primärwäldern der Varzeas am Rio Tocantins (Brasilien/Para). **Forstarchiv**, v.71, p 250-256, 2000.

BAKSHI, M.; VARMA, A. Soil enzyme: the state-of-art. In: SHUKLA, G; VARMA, A. (eds). **Soil enzymology: soil biology**. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 2011.

BASTOS, F. H; CORDEIRO, A.M.N. Fatores naturais na evolução das paisagens no Semiárido brasileiro: uma abordagem Geral. **Revista Geonorte**. ed. Especial, Amazonas, v. 2, n 4 p. 464-476, 2012.

BASHAN, Y.; KAMNEV, A. A; DE-BASHAN, L. E. Tricalcium phosphate is inappropriate as a universal selection factor for isolating and testing phosphatesolubilizing bacteria that enhance plant growth; a proposal for an alternative procedure. **Research Biology and Fertility of Soils**. p. 465-470. Doi: 10.1007/s00374-012-0737-7. 2013.

BEIJERINCK, MW. **Über Pigmentbildung bei Essigbakterien**. Cent bakteriell Parasitenk; p. 169-176. 1911.

BERTOLLO, A. M. **Propriedades físicas de um Latossolo após calagem, gessagem em manejos de solo**. 2014. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Agricultura e Ambiente). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Catarina, RS. 2014.

BHARTI, N., YADAV, D., BARNAWAL, D., MAJI, D., & KALRA, A. Exiguobacterium oxidotolerans, a halotolerant plant growth promoting rhizobacteria, improves yield and content of secondary metabolites in *Bacopa monnieri* (L.) Pennell under primary and secondary salt stress. **World Journal of Microbiol Biotechnology**, p. 379–387, 2013.

BLUM, S. C., E. F. CAIRES L.R.F. ALLEONI. Lime and phosphogypsum application and sulfate retention in subtropical soils under no-till system. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, p. 279-300, 2013.

BOGNOLA, I. A. DEDECEK, R. A.; LAVORANTI, O. J.; HIGA, A. R. Influência de propriedades físico-hídricas do solo no crescimento de *Pinus taeda*. **Revista Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 61, p. 37- 49, 2010.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; VALADARES, E. M.; GOLDONI, G. Características morfológicas e estruturais de capim-marandu adubado com cinza vegetal em Latossolo vermelho do Cerrado. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-9, 2011.

CAIRES, E. F.; HALISKI, A.; BINI, A. R.; SCHARR, D. A. Surface liming and nitrogen fertilization for crop grain production under no-till management in Brazil. **European Journal of Agronomy**. v. 66, p. 41–53, 2015.

CAIRES, E. F. Correção da acidez do solo em sistemas plantio direto. **International Plant Nutrition Institute (INPI)**, Piracicaba-SP, n. 141, 13 p. 2013. Disponível em <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/4A4F64F9876B415683257B3F00708191/\\$FILE/Page1-13-141.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/4A4F64F9876B415683257B3F00708191/$FILE/Page1-13-141.pdf)>.

CARVALHO, R. G. **Análise de sistemas ambientais aplicada ao planejamento: estudo em macro e mesoescala na região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN/Brasil**. 2011. 269 f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal do Ceará . Fortaleza, 2011.

CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C. Yield and mineral nutrition of soybean, maize, and Congo signal grass as affected by limestone and slag. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 673-681, 2013.

CASTRO, G.S.A. **Atributos do solo decorrentes dos sistemas de produção e da aplicação superficial de corretivos**. 2012. 155 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas UNESP, Botucatu. 2012.

CASTRO, G. S. A., J. C. CALONEGO C. A. C. CRUSCIOL. Propriedades físicas do solo em sistemas de rotação de culturas conforme o uso de corretivos da acidez. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 12, p. 1690-1698, 2011.

CID, W. S; **Diversidade microbiana e atividade enzimática de fungos provenientes de Terra Preta Antropogênica do Baixo Amazonas**. 2015. 97 f. Dissertação

(Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos). Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2015.

CHIERIGHINI, D.; BRIDI, R.; ROCHA, A. A.; LAPA, K. R. Possibilidade do uso das conchas de moluscos. In: 3º International Workshop-Advances in Cleaner Production. 2011, São Paulo. Presented papers. São Paulo, Paulista University (UNIP), 2011, p. 1-5.

CHOU JW, ZHOU T, KAUFMANN WK, PAULES RS, BUSHEL PR. Extracting gene expression patterns and identifying co-expressed genes from microarray data reveals biologically responsive processes. **Magazine BMC Bioinformatics**. p. 1-16; 2007. doi: 10.1186/1471-2105-8-427.

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; 2014, p. 30-37. (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo).

CORRÊA, R. M.; NASCIMENTO, C. W. A.; ROCHA, A. T. Adsorção de fósforo em dez solos do Estado de Pernambuco e suas relações com parâmetros físicos e químicos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá v. 33, n. 1, p. 153-159, 2011.

COSTA BC, CAMPOS CN, DUARTE MAH, CHAVES MGAM, GRIZZO LT., Tanomaru-Filho M. Physicochemical analysis of MTA and Portland cement associated with four different radiopacifiers. **Revista odontológica**. São Paulo; p. 228-235. 2014.

COSTA, L.; DELLAMATRICE, P.M.; SOUSA, M.V.; SILVA, G.M.M. Biorremediação de uma área contaminada com o inseticida metamidofós por *Corynebacterium* sp. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 4, n. 1, p. 17-23. 2010.

CONN, K.L., NOWAK, J. & LAZAROVITS, G. A gnotobiotic bioassay for studying interactions between potatoes and plant growth-promoting rhizobacteria. **Canadian Journal of Microbiology**, Canadá, p. 801-808. 1997.

DAROLT, M. R.; OSAKI, F. Efeito da cinza de caieira de cal sobre a produção da aveia preta, no comportamento de alguns nutrientes. p. 1-33. Disponível em <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/darolt_cinzacaieira.pdf>.

DEUS, A. C. F. **Avaliação de eficiência relativa para a reatividade em silicatos**. 2010, 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2010.

DIAS, T. F. C. **Teores de metais pesados em alguns solos do estado do Ceará**. 2016, 74 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

DREYER, A.; COELLO, N.; MONDIEL, E. Utilización de la metodología de superficie de respuesta de la optimización de um medio de cultivo para la producción de L-lisina

por *Corynebacterium glutamicum*. **Agronomía Tropical**, Venezuela, v. 50, n. 2, p. 167-88, 2000.

DUBEY, S.K.; TRIPATHI, A. K.; UPADHYAY, S. N. Exploration of soil bacterial communities for their potential as bioresource. **Bioresource Technology**, v. 97, p. 2217–2224, 2006.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011, **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p., (ISSN 1517-2627).

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2009, **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 271p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2009, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p.

ESCOSTEGUY, P. A.; BISSANI, C. A. Estimativa de H+Al pelo pH SMP em solos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n.1, p. 175-179, 1999.

FAGERIA NL, BALIGAR VC & JONES CA. **Growth and mineral nutrition of field crops**. Boca Raton, CRC Press. Boca Raton, 2008. 586 p.

FARAHAT, L.A.; GENDY, N.S. Biodegradation of Baleym Mix Crude Oil in Soil Microcosm by Some Locally Isolated Egyptian Bacterial Strains. **Soil & Sediment Contamination: An International Journal**, Londres, p. 150-162. 2014.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário da língua portuguesa**. 5. ed. Curitiba: Positivo, 2010, 2222 p., (ISBN 978-85-385-4198-1).

FERRAZ, A. L. Fungos decompositores de materiais lignocelulósicos. In: ESPOSITO, E.; AZEVEDO, J. L. **Fungos: uma introdução a biologia bioquímica e biotecnologia**, Caxias do Sul, EDUCS, 510 p. 2004.

FERRETTI, G. M.; ALEXANDRINO, A. M. Avaliação das condições higiênicosanitárias de cachorros quentes comercializados em via pública no município de Terra Boa-PR. **Revista Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 8, n. 3, p. 83-89, 2013.

FREITAS, S. S.; PIZZINATTO, M. A. Ação de rizobactérias sobre a incidência de *Colletotrichum gossypii* e promoção de crescimento em plântulas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v. 23, p. 36-41, 1997.

FREIRE, O. **Solos das regiões tropicais**. Botucatu, FEPAF, 2006. 271p.

FOURNIER PE, RICHET H. The epidemiology and control of *Acinetobacter baumannii* in health care facilities. **Clinical infectious diseases**. Inglaterra, p. 692-699. 2006.

GOMES, L. S.; MARTINS, C. A. S.; NOGUEIRA, N. O.; LOPES, F. S.; XAVIER, T. M. T.; CARDOSO, L. C. M. Efeito de diferentes valores de pH da solução nutritiva no desenvolvimento de variedades de melão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, p. 73-78, 2011.

GOEDERT, W. J. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Embrapa Cerrados, Planaltina, 1987, 442 pp.

GUARIZ, H. R. et al. Uso de cinzas de fornos de cerâmica como fonte de nutrientes para aproveitamento na agricultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS. 1., 2009, Vitória, **Anais...** Vitória: CBRO, 2009. Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/biossolido/icbro/cbro/Artigos/AGROECOLOGIA/Usodecinzasdefornosceramicacomofontedenutrientesparaaproveitamentonaagricultura.pdf>>.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, Costa Rica, v. 148, p. 185-206, 2001.

GUIMARÃES, T. M. **Emissão de gases do efeito estufa e estoque de carbono no sistema solo-planta em área com aplicação superficial de calcário e gesso em experimento de longa duração**. 2016, 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2016.

HATI, K.M., A. SWARUP, B. MISHRA, M.C. MANNA, R.H. WANJARI, K.G. MANDAL & A.K. MISRA. Impact of long-term application of fertilizer, manure and lime under intensive cropping on physical properties and organic carbon content of na Alfisol. **Geoderma**, Amsterdam, p. 173-179, 2008.

HAVLIN, J. L.; BEATON, J. D.; TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2005, 515p.

IAC - INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS, **Informação Sobre Interpretação de Análise de Solo**. Campina (SP), 05 Abril. 2017. Disponível em <<http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/interpretacaoanalise.php>>. Acesso em 05 de Abril de 2017.

IRFAN, M., SAFDAR, A., SYED, Q., NADEEM, M. Isolation and screening of cellulolytic bacteria from soil and optimization of cellulase production and activity. **Turkish Journal of Biochemistry**, Ankara, p. 287-293, 2012.

JACQUES, R. J. S.; OKEKE, B. C.; BENTO, F. M.; PERALBA, M. C. R.; CAMARGO, F. A. O. Characterization of a polycyclic aromatic hydrocarbon-degrading

microbial consortium from a petrochemical sludge landfarming site. **Bioremediation Journal**, Londres, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2007.

JANSSEN, P. H. Identifying the dominant soil bacterial in libraries of 16s rRNA and 16srRNA genes. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 72, n. 3, p. 1719-1718, 2006.

JAKOB, K. et al. Gene Expression Analysis of *Corynebacterium glutamicum* Subjected to Long-Term Lactic Acid Adaptation. **Journal of Bacteriology**, Washington, v. 189, n. 15, p. 5582–5590, 2007.

JÄGER, N.; STANGE, C.F.; LUDWIG, B. E FLESSA, H. Emission rates of N₂O and CO₂ from soils with different organic matter content from three long-term fertilization experiments—a laboratory study. **Biology and Fertility of Soils**, New York, n. 1, p. 483–494, 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1007/s00374-011-0553-5>>.

JÚNIOR, M. A. P.; LOPES, F. M. Prospecção de microrganismos resistentes a agrodefensivos. **Anuário da produção de iniciação científica discente**. v. 13, p. 81-102, 2010.

KENNEDY AC. Bacterial diversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 74, p. 65-76, 1999.

KIRAN, G. S.; THOMAS, T. A.; SELVIN, J. Production of a new glycolipid biosurfactant from marine nocardiosis lucentensis MSA04 in solid-state cultivation. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 78, n. 1, p. 8 -16, 2010.

KONEMAN, E. W.; ALLEN, S. D.; JANDA. W.M.; SCHRECKENBERGER, P. C.; WINN, W.C. **Diagnostico microbiológico: texto e atlas colorido**. 6. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 1465 p.

KORNDÖRFER, G. H. **Corretivos de acidez**. In: Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Ciências Agrárias. Disciplina de Adubos e Adubações. Uberlandia, 2001.

KUMAR, A., BHARGAVA, P., RAI, L. C. Isolation and molecular characterization of phosphate solubilizing *Enterobacter* and *Exiguobacterium* species from paddy fields of Eastern Uttar Pradesh India. **African Journal of Microbiology Research**, v. 9, p. 820–829, 2010.

LEE, S. H., CHUNG, C. W., YU, Y. J., RHEE, Y. H. Effect of alkaline protease-producing *Exiguobacterium* sp. YS1 inoculation on the community of waste activated sludge. **Bioresource Technology**, p. 4597–4603, 2009. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/26239403_Effect_of_alkaline_protease-producing_Exiguobacterium_sp_YS1_inoculation_on_the_solubilization_and_bacterial_community_of_waste_activated_sludge>.

LIMA, S. M. A., **Avaliação das atividades antimicrobiana e citotóxica de metabólitos secundários produzidos pela Actinobactéria ACTMS – 9H isolada da**

rizosfera de Paullini cupana Kunth. 2013, 94 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial), Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2013.

LIN, L. et al. The actinobacterium *Microbacterium* sp. 16SH accepts pBBR1 – based pPROBE vectors, forms biofilms, invades roots, and fixe N₂ associated with micropropagated sugarcane plants. **Applied Microbiology and biotechnology**, Berlin, v. 93, n. 3, p. 1185-1195, 2012.

LI, Y., PARK, S. Y., ZHU, J. Solid –state anaerobic digeston for methane production from organic waste. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, p. 821-826, 2011. doi:10.1016/j.rser.2010.07.042

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. 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.

LO MONACO, P.A. V.; MATOS, A. T.; EUSTÁQUIO JÚNIOR, V.; RIBEIRO, I. C. A.; TEIXEIRA, D. L. Utilização do farelo de conchas de vôngole na adsorção de fósforo e como corretivo da acidez do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 5, p. 866-874, 2012.

MACFADDIN, J. F. **Biochemical tests for identification of medical bacteria**, 3 edição. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA. 2000.

MANSOUR, S. R.; ABDEL-AZEEM, A. M.; ABO-DERAZ, S. S. S., A new record of Actinobacteria isolated from soil in Jerusalem and their enzymatic potential. **F1000Research**, v. 4, p. 1-10, 2015. doi: 10.12688/f1000research.3257.1

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; CAROLINO DE SÁ, M. A.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavourapeçuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 873-882, 2007.

MARGESIN, R., FELLER, G. Biotechnological applications of psychrophiles. **Environmental Technology**, Londres, v. 31, p. 835–844, 2010.

MCCONNAUGHEY T. A, GILLIKIN D. P. Carbon Isotopes in Mollusk Shell Carbonates. *Geo-Marine Letters*, v. 28, p. 287–299, 2008. ISSN: 1432-1157.

MCLEAN, E. O.; SHOEMAKER, H. E.; HOURIGAN, W. R. Some effects of aluminium on lime requirement Tests of Soils. In: Transaction International Congress of

Soil Science, 7, 1960. Madison, **Anais...** Madison: Soil Science Society of American, 1960. p. 142-151.

MELO, L. C. A.; AVANZI, J. C.; CARVALHO, R.; SOUZA, F. S.; 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. O. C. B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; COBRA NETTO, A. KIEHL, J. C. **Fertilidade do solo**. 4. edição., São Paulo: Nobel, 1983, 400 p.

MENDES, B. Microbiologia da água. in Ferreira, W.F.C, Sousa,J.C.F.& Lima, N (coords). Microbiologia. **Lidel-Edições técnicas, Lda**. Lisboa. 2010, 622 p., ISBN 978-972-757-515- 2.

MIGUEL, P. S. B.; GOMES, M. F. T.; ROCHA, W. S. D.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, C. A.; OLIVEIRA, A. V. de. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **Centro de Ensino Superior Revista**, Juiz de Fora, v. 24, p. 13-29, 2010.

MORELLI, M. FERREIRA, E. B. Efeito do carbonato de cálcio e do fosfato diamônico em propriedades eletroquímicas e físicas de um Latossolo. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, Viçosa, v. 11, p. 1-6, 1987.

MOREIRA, A.; ALMEIDA, M. P.; COSTA, S. G.; SANTOS, L. S. Acidez potencial pelo método do pH SMP no Estado do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 89-92, 2004.

MONTALVO N. F., MOHAMED N. M., ENTICKNAP J.J.; HILL R. T. Novel actinobacteria from marine sponges. **Antonie Van Leeuwenhoek International Journal of General and Molecular Microbiology**. Holanda, p. 29-36, 2005. ISSN: 1572-9699 (electronic version)

NASCIMENTO, C. W. A. Acidez potencial estimada pelo pH SMP em solos do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 679-682, 2000.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PARENT L. E.; PARENT, S. E. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Brasília, v. 34, p. 1294-1306, 2012.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 31, p. 1475-1485, 2007.

NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; CARDOSO, E. L.; MACEDO, R. L. G.; FERREIRA, M. M.; SOUZA, F. S. Atributos indicadores da qualidade do solo em Sistemas Agrossilvipastoril no Noroeste do Estado de Minas Gerais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 74, p. 45-53, 2007.

NOORDMAN, W. H. The enhancement by surfactants of hexadecane degradation by *Pseudomonas aeruginosa* varies with substrate availability. **Journal of Biotechnology**, v. 94, p. 195-212, 2002.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 472-537 p.

PATTEN, C. L.; GLICK, B. R.. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. **Canadian Journal Microbiology**, v. 42, p. 207-220, 1996.

PEREIRA, T.T.C.; KER, J.C; SCHAEFER, C.E.G. R; BARROS, N.F.; NEVES, J.C. L; ALMEIDA, C.C. Gênese de latossolos e cambissolos desenvolvidos de rochas pelíticas do grupo Bambuí-Minas Gerais. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. Viçosa, v. 34, p. 1283-1295. 2010.

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

PIGNATARO NETTO, I. T.; KATO, E; GOEDERT, W. J. Atributos físicos e químicos de um latossolo Vermelho-amarelo sob pastagens com diferentes históricos de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 3, p. 1441-1448, 2009.

QUAGGIO, J. A. Métodos de laboratório para calagem em solo. In: RAIJ, B. VAN; BATAGLIA, O. C.; SILVA, N. M. (eds.). Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo. Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, p. 33-48. 1983.

RAIJ, B. **Fertilidade do Solo e manejo de Nutrientes**. Piracicaba: IPNI Brasil, 2011, 419 p.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; ZULLO, M. A. T. O método tampão SMP para determinação da necessidade de calagem de solos do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 7, p. 57-69, 1979.

RENDAL, C.; KUSK, K. O.; TRAPP, S. The effect of pH on the uptake and toxicity of the bivalent weak base chloroquine tested on *Salix viminalis* and *Daphnia magna*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 30, p. 354-359, 2011.

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).

ROSENBERG, M. et al. Role of thin fimbriae in adherence and growth of *Acinetobacter calcoaceticus* RAG-1 on hexadecane. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 44, p. 929-937, 1982.

ROJAS, A.; HOLGUIN, G.; GLICK, B. R.; BASHAN, Y. Synergism between *Phyllobacterium* sp. (N₂-fixer) and *Bacillus licheniformis* (P-solubilizer), both from a semiarid mangrove rhizosphere. **FEMS Microbiol. Ecol.** v. 35, p. 181-187, 2001.

ROSSA, Ü. B. et al. Calibração do Método SMP para alguns solos do estado do Paraná. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007, Gramado. **Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo.**, Gramado: v. 1, 2007.

ROSSELÓ-MORA; AMMAN, R. The species concept for prokaryotes. **FEMS Microbiologu Review**, Amsterdam, v. 25, n. 1, p. 39-67, 2001.

SAMBATTI, J. A.; SOUZA JUNIOR, I. G.; COSTA, A. C. S.; TORMENA, C. A. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos em formação Caiuá – Noroeste do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 257- 264, 2003.

SAMANYA, M.; YAMAUCHI K. Histological alterations of intestinal bile in chickens fed dried *Bacillus subtilis* var. **Comparative Biochemistry and Physiology** , v. 133, p. 95-104, 2002.

SANTOS, C. C.. **Cinza vegetal como corretivo e fertilizante para os capins Marandu e Xaraés**. 2012. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2012.

SASIREKHA, B.; SHIVAKUMAR, S. and SULLIA, S. B. Statistical optimization for improved indole-3-acetic acid (iaa) production by *Pseudomonas aeruginosa* and demonstration of enhanced plant growth promotion. **Jounal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 12, p. 863-873. 2012.

SELVAKUMAR, G.; KUNDUS, S.; JOSHI, P.; NAZIM GUPTA, A. D.; GUPTA, H. S. Growth promotion of wheat seedlings by *Exiguobacterium acetylicum* 1P (MTCC8707), a cold tolerant bacterial strain from the Uttarakhand Himalayas. **Indian Journal of Microbiology**, p. 50–56, 2010.

SILVA, C. A.; AVELLAR, M. L.; BERNARDI, A. C. C. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos do Semi-árido do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 689-692, 2000.

SILVA, E. B.; DIAS, M. S. C.; GONZAGA, E. I. C.; SANTOS, N. M. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos da região Norte do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 561-565, 2002.

SIQUEIRA, O. J. F.; SHERER, E. E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I.; PATELLA, J. F.; TEDESCO, M. J.; MILAN, P. A.; ERNANI, P. R. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Passo Fundo: Embrapa CNPT, 1987.100p.

SIVASWAMY, S. N.; MAHADEVAN, A. Effect of stable beaching powder on growth of *Xanthomonas campestris* pv. *Oryzae*. **Indian Phytopathology**, Nez Delhi, v. 39, n. 1, p. 32-36, 1986.

SHOEMAKER, H. E.; MCLEAN, E. O.; PRATT, P. F. Buffer methods for determining lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminium. **Soil Science Society of American Proceedings**, Madison, v. 25, p. 274-277, 1961.

SHUMI, W.; TOWHID-HOSSAIN, M.; ANWAR, M. N. Proteolytic activity of a bacterial isolate *Bacillus fastidiosus* den Dooren de Jong. **Journal Biological Sciences**. v. 4, n. 3, p. 370-374, 2004.

SBCS - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **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.

SOBRINHO, F.E. **Etonopedologia no conhecimento ambiental**. 2015. 148 f. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró. 2015.

SOUSA, D. M.; REIN, T. A.; NUNES, R. S.; SANTOS JÚNIOR, J. D. G. **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.; NATALE W.; ROZANE D. E., HERNANDES A.; ROMUALDO L. M. Calagem e adubação boratada na produção de feijoeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 249-257, 2011.

SOUZA, F. A.; GOMES, E. A.; VASCONCELOS, M. J. V.; SOUSA, S. M. **Micorrizas arbusculares: perspectivas para aumento da eficiência de aquisição de fósforo (P) em Poaceae (gramíneas)**. 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011, 32p.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P.; SANTOS, R. V.; ALVES, A. R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 151-160, 2008.

STURSA, P. et al. Approaches for diversity analysis of cultivable and non-cultivable bacteria in real soil. **Plant Soil and Environment**, Praha, v. 55, n. 9, p. 389-396, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Artmed, 2009. 719 p.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2012, 772 p.

THRONE-HOLST, M. et al. Utilization of n-alkanes by a newly isolated strain of *Acinetobacter venetianus*: the role of two Alk-B-type alkane hydroxylases. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 72, p. 353-360, 2006.

VAZQUEZ, P.; HOLGUIN, G.; PUENTE, M. E.; CORTES, A. L.; BASHAN, Y. Phosphate-solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere of mangroves in a semiarid coastal lagoon. **Biology and Fertility of Soils**, p. 460-468. 2000.

VEITH, B.; HERZBERG, C.; STECKEL, S.; FEESCHE, J.; MAURER, K. H.; EHRENREICH, P.; BÄUMER, S.; HENNE, A.; LIESEGANG, H.; MERKL, R.; EHRENREICH, A.; GOTTSCHALK, G. The complete genome sequence of *Bacillus licheniformis* DSM13, an organism with great industrial potential. **Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology**, v. 7, n. 4, p. 204-211, 2004.

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 Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

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.

VIEIRA BR; OBEID JÁ; PEREIRA OG; VALADARES F. SC; CARVALHO IPC; AZEVEDO JAG. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com silagem de capim-Mombaça. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Minas Gerais, p. 1148-1157. 2010.

VISHNIVETSKAYA, T. A., SILETZKY, R., JEFFERIES, N., TIEDJE, J. M., KATHARIOUS, S. Effect of low temperature and culture media on the growth and freeze-thawing tolerance of *Exiguobacterium* strains. **Cryobiology**, p. 234–240. 2007.

VITTI, G. C.; PRIORI, J. C. Calcário e gesso: os corretivos essenciais ao plantio direto. **Visão agrícola** (USP/ESALQ), Piracicaba, v. 9, p. 30-34, 2010.

WENTZEL, A. et al. Bacterial metabolism of long-chain n-alkanes. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 76, p. 1209-1221, 2007.

YARABRASIL. **Nutrição de plantas: Manejo do solo e água em cana-de-açúcar**, Portalegre, 10 Out. 2015. Disponível em: <<http://www.yarabrasil.com.br/nutricao-plantas/culturas/cana-de-acucar/fatores-chave/manejo-solo-agua/>>. Acesso em: 10 de Out. 2015.

ZHANG, F. S.; YAMASAKI, S.; NANZYU, M. Waste ashes for use in agricultural production: I. Liming effect, contents of plants nutrients and chemical characteristics of some metals. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 284, p. 215- 225, 2002.

ZHANG, Y.C.; W.B. ROSSOW, P. W. STACKHOUSE; A. ROMANOU, B.A. WIELICKI: Decadal variations of global energy and ocean heat budget and meridional energy transports inferred from recent global data sets. **Journal Geophysical Research**, v. 112, 2007. doi:10.1029/2007JD008435.

ZIMMERMANN, S.; FREY, B. Soil respiration and microbial properties in an acid forest soil: effects of wood ash. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, p.1-11, 2002.

ANEXOS

Anexo 1. Quadro da análise de variância para 7 dias de avaliação.

FV	GL	SQ	QM	F
Corretivos	2	56.41105	28.20553	502.6860 **
Solos	2	6.88727	3.44364	61.3734 **
Doses	4	227.69461	56.92365	1014.5077 - -
Int. Corretivos x Solo	4	0.64127	0.16032	2.8572 *
Int. Corretivos x Doses	8	15.82957	1.97870	35.2648 **
Int. Solo x Dose	8	0.58055	0.07257	1.2933 ns
Int. Corr. x Sol. x Dos.	16	0.91701	0.05731	1.0215 ns
Tratamentos	44	308.96134	7.02185	125.1452 **
Resíduo	90	5.04987	0.05611	
Total	134	314.01121		

-- Os tratamentos são quantitativos. O Teste F não se aplica

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Anexo 2. Quadro da análise de variância em 21 dias.

FV	GL	SQ	QM	F
Corretivos	2	49.31754	24.65877	2298.1939 **
Solos	2	9.32027	4.66014	434.3241 **
Doses	4	272.66388	68.16597	6353.0590 - -
Int. Corretivos x Solo	4	0.24238	0.06059	5.6474 **
Int. Corretivos x Doses	8	13.08447	1.63556	152.4338 **
Int. Solo x Dose	8	2.46025	0.30753	28.6618 **
Int. Corr. x Sol. x Dos.	16	1.13446	0.07090	6.6082 **
Tratamentos	44	348.22324	7.91416	737.5990 **
Resíduo	90	0.96567	0.01073	
Total	134	349.18891		

-- Os tratamentos são quantitativos. O Teste F não se aplica

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Anexo 3. Quadro da análise de variância em 35 dias.

FV	GL	SQ	QM	F
Corretivos	2	43.67681	21.83840	901.7233 **
Solos	2	9.61113	4.80557	198.4253 **
Doses	4	276.39770	69.09942	2853.1648 - -
Int. Corretivos x Solo	4	0.09873	0.02468	1.0192 ns
Int. Corretivos x Doses	8	14.53725	1.81716	75.0317 **
Int. Solo x Dose	8	3.65583	0.45698	18.8690 **
Int. Corr. x Sol. x Dos.	16	1.67208	0.10451	4.3151 **
Tratamentos	44	349.64953	7.94658	328.1200 **
Resíduo	90	2.17967	0.02422	
Total	134	351.82919		

-- Os tratamentos são quantitativos. O Teste F não se aplica

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Anexo 4. Quadro da análise de variância em 49 dias.

FV	GL	SQ	QM	F
Corretivos	2	54.53979	27.26989	789.5841 **
Solos	2	9.67941	4.83970	140.1308 **
Doses	4	287.06030	71.76507	2077.9164 - -
Int. Corretivos x Solo	4	0.84616	0.21154	6.1250 **
Int. Corretivos x Doses	8	15.94762	1.99345	57.7193 **
Int. Solo x Dose	8	2.74322	0.34290	9.9286 **
Int. Corr. x Sol. x Dos.	16	2.18603	2.18603	3.9560 **
Tratamentos	44	373.00253	8.47733	245.4562 **
Resíduo	90	3.10833	0.03454	
Total	134	376.11086		

-- Os tratamentos são quantitativos. O Teste F não se aplica

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Anexo 5. Quadro da análise de variância em 63 dias.

FV	GL	SQ	QM	F
Corretivos	2	56.95503	28.47751	1270.8133 **
Solos	2	9.71638	4.85819	216.7975 **
Doses	4	322.35617	80.58904	3596.2980 - -
Int. Corretivos x Solo	4	0.30367	0.07592	3.3878 *
Int. Corretivos x Doses	8	21.02078	2.62760	117.2569 **
Int. Solo x Dose	8	3.73998	0.46750	20.8621 **
Int. Corr. x Sol. x Dos.	16	2.31353	0.14460	6.4526 **
Tratamentos	44	416.40553	9.46376	422.3218 **
Resíduo	90	2.01680	0.02241	
Total	134	418.42233		

-- Os tratamentos são quantitativos. O Teste F não se aplica

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

APÊNDICE

Apêndice 1. Boletim de garantia do carbonato de cálcio P.A. industrializado por VETEC QUÍMICA FINA LTDA. Lote 1003064. Cód 537. 500g.

Teor	Min. 99%
Estrôncio (Sr)	Máx. 0,1%
Sódio (Na)	Máx. 0,1%
Insolúveis em HCL diluído	Máx. 0,01%
Ppt pelo NH ₄ OH	Máx. 0,01%
Sulfato (SO ₄)	Máx. 0,01%
Potássio (K)	Máx. 0,01%
Magnésio (Mg)	Máx. 0,02%
Ferro (Fe)	Máx. 0,003%
Amônio (NH ₄)	Máx. 0,003%
Cloreto (Cl)	Máx. 0,001%
Metais pesados (como Pb)	Máx. 0,001%
Bário (Ba)	Máx. 0,005%
Subst. Oxidantes (como NO ₃)	Máx. 0,005%
Fluoreto (F)	Máx. 0,0015%