

GEOLOGIA DE CALCÁRIOS DO TOCANTINS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE LATOSSOLOS E NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS

GEOLOGY OF TOCANTINS LIMESTONES AND CHEMICAL COMPOSITION OF LATOSOLS AND QUARTZARENIC NEOSOLS

João Vidal de Negreiros Neto¹, Rubens Ribeiro da Silva², Gilson Araújo de Freitas³, Antônio Clementino dos Santos⁴

RESUMO

Com a crescente demanda por insumos, o calcário é parte importante dos requerimentos para produção agropecuária. Assim, objetivou-se com esta revisão caracterizar os aspectos gerais de Latossolos e Neossolos Quartzarênicos e da geologia de calcários do estado do Tocantins. A partir de levantamentos de pesquisas realizadas com Latossolos e Neossolos Quartzarênicos no Tocantins, que representam mais de 48% da superfície total do Estado, chega-se a uma definição média de fertilidade, com potencial de elevação da produtividade a partir do uso de tecnologias, como a calagem. As jazidas de rochas calcárias estão distribuídas de norte ao sul do Estado. Dentre elas, destacam-se a jazida de rochas sedimentar e metamórfica na região sudeste (Natividade e Dianópolis), com PRNT de 75%. A jazida de calcários de rocha metamórfica na região noroeste (Xambioá, Bandeirantes e Bernardo Sayao). E a jazida de origem metamórfica na região centro-oeste (Lagoa da confusão) e sudoeste (formoso do Araguaia). Dessa forma, os Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, que naturalmente são ácidos, tem grande probabilidade de ter uma jazida de rocha calcária nas proximidades, devido a distribuição de norte a sul destas jazidas no Tocantins.

Palavras-chave: Rocha calcária. Latossolo. Neossolo Quartzarênico.

ABSTRACT

With an increasing demand for inputs, footwear is an important part of the requirements for agricultural production. The objective was to review the general characteristics of Latosols and Neosols Quartz and Geological Calculus of the State of Tocantins. Based on surveys of Latosols and Quartzarenic Neosols in Tocantins, which represent more than 48% of the total area of the State, an average of fertility classification is reached, with the potential to increase productivity through the use of technologies, like a liming. The deposits of limestone rocks are distributed in the northern southern part of the state. Among them, the sedimentary and metamorphic rocks in the southeast region (Natividade and Dianópolis), with PRNT of 75%, stand out. The metamorphic rock limestone deposits in the northwest region (Xambioá, Bandeirantes and Bernardo Sayao). And the mine of metamorphic origin in the center-west and southwest (beautiful of Araguaia). Latently, the Latosols and the Quartzarenic Neosols, which are important, are very likely to have a limestone rock nearby due to a South American distribution of deposits in the Tocantins.

Keywords: Limestone rock. Oxisols. Quartzarenic Neosol.

¹ Professor Adjunto do curso de curso de Zootecnia da UFT - Campus Araguaína, Araguaína - TO, Brasil.

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de plantas, Professor da Universidade Federal do Tocantins, UFT, Gurupi-TO, Brasil.

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, PNPD do Programa Pós-Graduação em Produção Vegetal/Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, Brasil, E-mail: araujoagro@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. Adjunto III do Curso de Zootecnia. Bolsista de Produtividade - CNPq. Câmpus de Araguaína/UFT. Tocantins, TO - Brasil.

1. INTRODUÇÃO

Apesar de geograficamente pertencer à região Norte do Brasil, o estado do Tocantins encontra-se em área de ecótono Cerrado/Floresta Amazônica. Assim, dos cinco biomas brasileiros, o Tocantins apresenta dois: Savana e Floresta Ombrófila. Parte das propriedades e características dos solos explica a cobertura vegetal de uma região. No Cerrado e em parte das Florestas Ombrófilas as plantas apresentam maior tolerância ao caráter tóxico de alumínio e são adaptadas a solos lixiviados.

O conhecimento das características do solo e das classes de solos onde a produção agrícola e pecuária são mais intensas é necessário para a recomendação de tecnologias para incrementar a produtividade.

O Estado do Tocantins apresenta 10 classes de solos (IBGE, 2007a), dos quais Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, que abrangem mais de 40,4% do território do estado, e compõem os solos com maior uso intensivo e potencial para exploração (SEPLAN, 2007).

No bioma Amazônia predominam solos altamente intemperizados com limitações químicas, mas não físicas, ao crescimento de plantas cultivadas (RODRIGUES, 1996). Entre os atributos químicos que restringem a produtividade, está elevada acidez do solo (GAMA et al., 2007), associada ao alumínio tóxico e baixos teores de cálcio e magnésio.

A intensificação de uso dos solos de cerrado e da região amazônica só é possível com a adoção de técnicas de correção da acidez, o que pode ser realizado por meio do conhecimento das características químicas e de suas reações no interior dos solos.

O conhecimento dos atributos do calcário utilizado, como sua origem, teores oxídicos de cálcio, magnésio, silício, ferro e alumínio, bem como, o seu poder de neutralização (PN), contribuem para minorar os erros decorrentes das recomendações de corretivos da acidez do solo.

O objetivo desta revisão bibliográfica é apresentar resultados de trabalhos de pesquisas em Latossolos e Neossolos Quartzarênicos e apresentar o panorama de ocorrência de jazidas de calcário e quais estão sendo exploradas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se uma busca artigos científicos nos idiomas português e inglês, em periódicos nacionais e internacionais nas bases eletrônicas de dados: Scielo, Spell e Web of Science, entre os dias 06 de agosto a 24 de novembro de 2018. Foram definidas em

função da disponibilidade de consulta e relevância, no qual destaca-se Spell por se tratar de uma base nacional consolidada, Scielo pela diversidade de periódicos nacionais e internacionais indexados, e Web of Science, por configurar-se como uma das principais bases de pesquisas no cenário internacional.

Considerando as diferenças entre as bases pesquisadas, foram utilizadas as palavras chaves no idioma inglês “limestone pedology”, “ limestone geology”, “limestone rocks in Tocantins”, “latosols in Tocantins” e “ Neurosols Quartzarênicos in Tocantins”, na base Web Of Science, e os termos “pedologia de calcários”, “geologia de calcários”, “rochas calcárias no Tocantins”, “latossolos no Tocantins” e “Neossolos Quartzarênicos no Tocantins” nas bases nacionais Spell, Scielo. As respectivas palavras foram empregadas nas buscas, por englobar as principais expressões objeto de investigação do presente estudo. Foram dados prioridade para artigos científicos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SOLOS DO TOCANTINS

O Estado do Tocantins está localizado na região central brasileira, apresentando áreas de ecótonos, principalmente, Floresta Estacional/Cerrado (HAIDAR et al., 2013; MENDONÇA, 2012; TAVARES & CANDEIRO, 2012). As classes de solos encontradas no Estado e apresentadas na Tabela 1 mostram a predominância de Plintossolos, com mais de um terço de toda superfície de solos, representados por três classes no segundo nível categórico (Pétrico, Argilúvico e Háplico) e com abrangência de extensas áreas nas porções Oeste, Centro-Sul e Sudoeste do Estado.

Tabela 1. Classes de solos encontradas no estado do Tocantins (adaptado do IBGE, 2007a)

Classe de solo	Área (km ²)	Área (%)
Plintossolos Pétricos (FF)/Argilúvicos (FT)/ Háplicos (FX)	93.393,58	33,65
Neossolos Litólicos (RL)/Flúvicos (RY)/Quartzarênicos (RQ)	75.669,08	27,26
Latossolos Amarelos (LA)/Vermelhos (LV)/Vermelho-Amarelos (LVA)	59.765,23	21,53
Argissolos Amarelos (PA)/Vermelhos/(PV)/Vermelho-Amarelos (PVA)	28.039,70	10,10
Gleissolos Háplicos (GX)	14.158,60	5,10
Cambissolos Háplicos (CX)	4.164,40	1,50
Luvissolo Háplicos (TX)	1.237,21	0,45
Nitossolos Vermelhos (NV)	970,37	0,35

Planossolos Nátricos (SN)/Háplicos (SX)	100,42	0,04
Chernossolo Argilúvicos (MT)	40,96	0,01
Dunas	2,28	0,001

Fonte: adaptado de IBGE, 2007^a

(<http://www.visualizador.inde.gov.br/VisualizaCamada/43>)

Os Neossolos representam a segunda classe de solos de maior ocorrência no estado do Tocantins, com 27,26% do total, com três subordens (Litólico, Flúvico e Quartzarênico), dos quais 18,9% são Quartzarênicos (COLLICHIO, 2008). Os Neossolos abrangem extensas áreas, desde o extremo Norte do estado, passando pelo Centro, até o Sudeste e Leste.

A terceira classe em predominância é composta pelos Latossolos, encontrados nas subordens Amarelos, Vermelhos e Vermelho-Amarelos. Os Latossolos se caracterizam pela presença de manchas esparsas nas porções Central e Norte e áreas contínuas mais extensas no Sul do estado. Os Argissolos Amarelos, Vermelhos e Vermelho-Amarelos, com 10,10% da área total de solos representam a quarta maior classe, ocorrendo em áreas do Noroeste e do Sul/Suldeste. Em seguida vem os Gleissolos Háplicos com 5,10%. Estas classes de solos ocorrem em maior área no Sudoeste, nas regiões de várzeas formadas na bacia do Araguaia. As outras seis classes de solos somam 2,35% (IBGE, 2007a).

Neossolos Quartzarênicos e Latossolos são as classes de solos com importância na produção de grãos e na pecuária tocantinense. Somados, esses solos representam mais de 40% da área total do Estado, os quais, bem manejados, podem elevar a produção agropecuária.

Trabalhos de pesquisa e revisões que abordam a etnopedologia (ARAÚJO et al., 2013; AUDEH et al., 2011; VALE JÚNIOR et al., 2007) e “consciência pedológica” (MUGGLER et al., 2006) vêm crescendo em termos de publicações (BARRERA-BASSOLS & ZINCK 2003). O conhecimento dos solos de uma localidade, município, estado ou nação, permitem o entendimento de valores sociais e culturais de um povo (AMARAL et al., 2013; MATOS et al., 2014; TAVARES, 2012).

3.1.1 Latossolos

O conceito de Latossolo, quando foi lançado pelo pedólogo americano Kellog (1949), em uma conferência americana sobre classificação de solos, que aconteceu em Washington (SÉGALEN, 1994), identificava características de solos altamente

intemperizados e intensamente lixiviados, transformando-os em solos com baixas atividades das argilas e capacidade de troca de cátions. Soma-se a estas características, o fato de apresentarem colorações homogêneas, com matizes entre avermelhadas e amareladas, serem profundos – de 200 cm a 300 cm, quando, neste caso o horizonte A apresentar mais de 150 cm de espessura (EMBRAPA, 2006) – com argila uniformemente distribuída nas camadas do perfil, agregados estáveis e baixo conteúdo de silte em relação à argila. Entretanto, informações quantitativas não faziam parte da caracterização dessa classe de solos. Os Latossolos são solos constituídos por material mineral, que apresentam horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer horizonte diagnóstico superficial, exceto o hístico.

A baixa capacidade de retenção de nutrientes está relacionada ao elevado estágio de intemperização, que contribui com a baixa capacidade de troca de cátions. Os Latossolos se desenvolvem sob condições de relevo plano a suave ondulado (FERREIRA, 2008; OLIVEIRA, 2009). A grande limitação desses solos, que compõem grande parte dos solos tropicais, é a baixa fertilidade natural associada à elevada acidez, passíveis de correção com práticas de manejo adequadas. O emprego destas tecnologias foi responsável pela expansão das áreas agrícolas no cerrado brasileiro (PRADO, 2007).

Os Latossolos apresentam razoável resistência a erosão de superfície, em virtude da elevada permeabilidade, condição esta, influenciada pela elevada porosidade e homogeneidade na estruturação por todo perfil. Apresentam textura variável e as áreas de superfícies geomórficas mais antigas de uma dada região, em geral, são formadas por latossolos (SOUZA, 2012).

O estado do Tocantins apresenta 21,53% das áreas compostas pela ordem Latossolos, abrangendo do extremo norte ao sul. É nessa classe de solos em que a agricultura e a pecuária ocorrem com maior uso intensivo, com culturas de ciclos curto e longo, e pastagens com estágios avançados de degradação (COLLICCHIO, 2008).

Trabalhos de pesquisas demonstram a amplitude nos valores de fertilidade desses solos (Tabela 2). Os valores de Ca+Mg, Al, H+Al, V% e pH da maioria dos trabalhos levantados, não representa a fertilidade original dos Latossolos do estado, uma vez tais atributos químicos foram determinados a partir de áreas com mais de um ciclo de cultivo ou áreas utilizadas para experimentação, com adição de corretivos e fertilizantes. Entretanto, é possível detectar que as médias dos valores estão aquém dos limites adequados para a maioria das plantas cultivadas (CFSEMG, 1999).

Tabela 2. Análises químicas de Latossolos do Estado do Tocantins.

Fonte	Ca+Mg	Al	H+Al	K	(t)	P _{...}	V	MO	pH
	cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³	%	%	H ₂ O
SABOYA et al., 2012	3,7	0,1	2,5	0,2	6,3	90,0	60,9	5,0	5,8
SILVA et al., 2012	4,0	0,0	1,0	0,2	4,1	15,5	78,9	-	6,3
CAPONE et al., 2012	2,5	-	5,2	0,1	-	10,2	38,8	1,5	5,4
FLORES et al., 2013	3,2	0,0	-	0,2	-	14,0	-	1,8	5,8
COELHO et al., 2013	2,2	0,0	1,6	0,1	2,3	3,0	58,7	1,7	4,9 ¹
FAGERIA et al., 2010	0,8	0,4	-	0,1	1,3	0,8	-	0,9	5,3
NEGREIROS NETO et al., 2014	3,3	-	2,3	0,2	-	15,7	60,6	2,0	5,9
ROTILI, 2009	1,3	-	2,9	0,1	-	2,4	32,6	0,2	4,3 ¹
MARCELINO e CORRÊA, 2010	1,2	0,6	4,2	0,1	1,9	8,3	5,5	1,5	5,2
VILELA et al., 2010	2,0	2,2	8,8	0,2	4,2	-	40,0	-	3,8 ¹
SANTANA et al., 2010	0,7	1,3	10,7	0,2	2,2	1,6	7,7	6,9	5,5
MATA et al., 2011	0,1	0,1	2,3	0,1	0,2	0,3	4,9	1,1	5,0
Média	2,1	0,5	4,2	0,2	2,8	14,3	38,8	2,4	5,3

¹pH em CaCl₂

3.1.2 Neossolos Quartzarênicos

Os Neossolos Quartzarênicos, conceitualmente, apresentam textura arenosa até a profundidade mínima de 150 cm ou até que atinja uma camada lítica, exceto quando essa profundidade não seja inferior a 50 cm. Os minerais quartzo, calcedônia e opala predominam em 95% da fração areia, sendo praticamente impossível encontrar minerais primários alteráveis.

As principais limitações estão relacionadas ao armazenamento de água e nutrientes. A presença de quartzo na constituição da porção mineral desses solos os torna praticamente desprovidos de reserva potencial de nutrientes e capacidade de troca catiônica (CTC). Essa função é transferida para a porção orgânica do solo. Com isso, o manejo no sistema plantio direto (SPD) tem grande importância nessa ordem de solos, quando utilizados para agricultura, uma vez que o risco de estresse hídrico nos pequenos veranicos os faz reduzir produtividade (SÁ, 2007).

As áreas de Neossolos Quartzarênicos no estado do Tocantins são contíguas e extensas, predominando nas porções Norte e Leste. Estudo realizado por COLLIER & ARAÚJO (2010) com Neossolo Quartzarênico do município de Esperantina, no extremo norte do estado, em área cultivada em sistema agroflorestal (SAF), mata nativa e lavoura de subsistência, evidenciou que a matéria orgânica nos três sistemas se equiparam, mas os teores de P na mata (7,1 mg dm⁻³) diferem (p<0,05) do SAF e da lavoura (4,3 e 5,3 mg

dm⁻³, respectivamente). Os teores de K na lavoura (44,9 mg dm⁻³) diferem de SAF e Mata (28,6 e 21,8 mg dm⁻³, respectivamente), ocasionado pelas queimadas. Os teores de Ca+Mg da Mata (27,6 mg dm⁻³) e lavoura (24,6 mg dm⁻³) são superiores aos de SAF (14,1 mg dm⁻³). Esses autores constataram, ainda, que os teores de Al trocável e acidez potencial (H+Al) são superiores no SAF, quando comparados à lavoura e mata. A velocidade de decomposição em solos arenosos, como são os Neossolos Quartzarênicos podem ter efeito na elevação da acidez potencial (RHEINHEIMER et al., 1998).

SANTANA et al. (2010) estudou transecto com 7 perfis pedológicos na região central do estado do Tocantins. Entre os solos estudados dois Neossolos Quartzarênicos fizeram parte (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados das análises químicas de 2 perfis de Neossolos Quartzarênicos (adaptado de Santana et al, 2010)

Fonte	Ca+Mg	Al	H+Al	K	(t)	<u>P</u>	V	MO	pH
	cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³	%	%	H ₂ O	
SANTANA et al., 2010	0,6	0,2	1,7	0,5	1,3	3,9	39,9	6,6	5,9

O Neossolo Quartzarênico nos estudos de Negreiros Neto et al. (2010) e Melo et al. (2009) foi o mesmo, entretanto os primeiros autores realizaram os trabalhos no período de dezembro de 2006 a março de 2007, quando a área recebeu os primeiros manejos de fertilidade (Tabela 4). Em 2008, após dois ciclos de cultivos experimentais na mesma área Melo et al. (2009) fez análise do solo, resultando em elevação dos indicadores de fertilidade do solo, ressaltando a elevação de 2,9 cmol_c dm⁻³ nos teores de Ca+Mg e P disponível, com o incremento de 1,1 mg dm⁻¹. A saturação por bases do solo sofreu aumento de 22,8 %, principalmente pela adição de calcário por dois anos consecutivos, mostrando que Neossolos Quartzarênicos, apesar da baixa capacidade de reter cargas, consegue elevar seu potencial produtivo com o manejo adequado.

Tabela 4. Resultados de análises químicas de Neossolos Quartzarênicos no estado do Tocantins

Fonte	Ca+Mg	Al	H+Al	K	(t)	P	V	MO	pH
	cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³	%	%	H ₂ O
NEGREIROS NETO et al., 2014	1,2	0,2	2,2	0,1	1,5	2,3	42,9	1,4	4,2 ¹
Santana et al., 2010	0,6	0,2	1,7	0,5	1,3	3,9	39,9	0,7	5,9
SILVA et al., 2010	0,3	0,3	2,2	0,1	0,5	0,2	15,4	1,0	4,0 ¹
NEGREIROS NETO et al., 2010	1,2	0,2	2,2	0,1	1,5	2,3	37,1	1,4	4,2 ¹
MELO et al., 2009	3,1	0,5	2,5	0,1	4,3	3,4	60,3	1,0	5,5
Média	1,3	0,3	2,16	0,2	1,8	2,4	39,1	1,1	4,8

¹pH em CaCl₂

3.2 GEOLOGIA DO CALCÁRIO NO TOCANTINS

Levantamento geológico no Estado (IBGE, 2007b), que indicam as zonas de ocorrência de minerais e rochas dominantes, apresentam formações com calcários e dolomitos na composição, além de outros minerais. Entretanto, alguns destaques devem ser dados, como a ocorrência de calcários metamórficos no noroeste do Estado, com jazidas em exploração nos municípios de Xambioá, Bernardo Sayão e Bandeirantes (Formação Xambioá – Grupo Estrondo). Em Xambioá empresa que explora calcário tem dois registros para comercializar calcários com garantias de 32,6% e 38,5% de CaO, 15,5% e 16,6% de MgO, PN de 87% e 97% e PRNT de 86% e 87%. E em Bernardo Sayão e Bandeirantes a empresa comercializa apenas calcário dolomítico, com registro para comercializar calcário com as mesmas garantias em ambas as unidades, sendo 27% de CaO, 16% de MgO, 100% PN e 88% PRNT.

Há uma ocorrência de calcário sedimentar no município de Guaraí, pertencente a formação geológica Pedra de Fogo, do Grupo Balsas. Entretanto, essa formação dispõe de calcários com baixos teores de CaO e MgO, além da alternância sedimentar com argilito, que dificultam a exploração, suscitando pouco interesse para exploração comercial. Uma jazida explorada na década de 90 foi desativada, por falta de interesse. O mesmo ocorre em algumas jazidas existentes em Nova Olinda, Palmeirantes, Filadélfia e Babaçulândia. Casos de exploração se justificam quando as distâncias tornam-se impeditivos a compra.

Em Lagoa da Confusão e Formoso do Araguaia, no Centro-Oeste e no sudoeste do Estado, respectivamente, ocorre calcário metamórfico, pertencente à Formação Couto Magalhães. Os teores dos indicadores de qualidade do calcário são de 31% de CaO, 18%

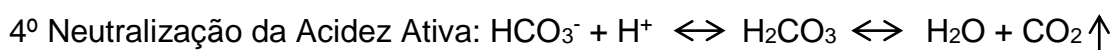
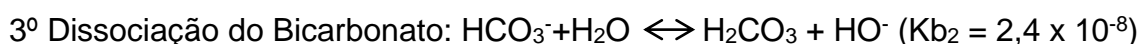
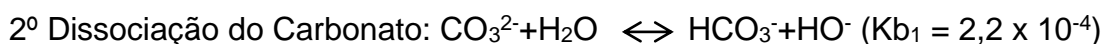
de MgO, 100% de PN. Nessas jazidas é comum afloramentos de calcários, o que podem não ser favoráveis para a exploração. São chamadas jazidas positivas, que chegam a atingir 30 metros de altura.

No Sudeste do estado, nos municípios de Natividade e Dianópolis existem 6 unidades de beneficiamento de calcário, que atendem demandas de agricultores do Oeste da Bahia e Sul do Piauí. A rocha é de origem sedimentar e metamórfica com afloramentos que chegam a 50 metros de altura. A rocha tem características indesejáveis, pois o afloramento indica resistência aos fatores erosivos. Assim, apresentam altos teores de sílica (impurezas), maior abrasividade (maiores gastos com manutenção de equipamentos). Os teores encontrados na região são de 27% de CaO, 16% de MgO, 89% de PN e 75% de PRNT.

3.3 EQUILÍBRIO QUÍMICO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NO SOLO

Na dissolução de determinado mineral algumas etapas fundamentais são obedecidas (STUMM, 1981). Entre essas etapas é necessário que ocorra o transporte dos reagentes dissolvidos da solução para a superfície do mineral. Em seguida os solutos são adsorvidos, ocorrendo a transferência de espécies reagentes, com posterior reação química. Aí os reagentes são desprendidos da superfície do mineral e transportados massivamente para a solução.

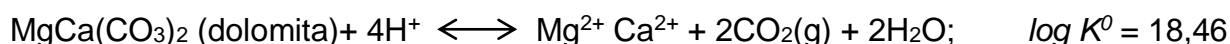
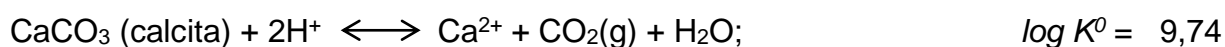
A eficiência com que o calcário reage no solo, para promover correção da acidez, depende do teor de carbonatos, granulometria, estrutura cristalina do material, relação entre teores de cálcio e magnésio, teor de umidade e temperatura do solo (BELLINGIERI et al., 1988). O teor de carbonato é o principal indicador da qualidade do calcário, uma vez que a reação inicial de hidrólise no solo, libera íon carbonato, que reage com íons H⁺. A seguir, as reações do calcário no solo:



Na primeira reação de dissolução, nota-se que o carbonato é uma base fraca, pelo valor apresentado na constante de ionização (K_{b1}). Na dissolução da calcita e do bicarbonato têm-se as constantes de equilíbrio das equações (K_{cal} e KHCO_3^-).

Numa comparação entre a solubilidade em água de compostos formados com cálcio, o nitrato de cálcio (19% Ca) necessita de 1 litro de água para a dissolução de 1 kg do produto. Já, o carbonato de cálcio precisa de 66.000 L kg⁻¹ CaCO₃. Já o cálcio na forma oxídica precisa de 770 L kg⁻¹ CaO. Assim, a solubilidade de CaCO₃ e MgCO₃ em água é 0,014 g L⁻¹ e 0,106 g L⁻¹ (BLANKENAU, 2007).

O equilíbrio nas reações químicas é alcançado, quando a razão das concentrações dos reagentes e produtos é constante. A maioria das reações e processos químicos acontece em H₂O. A estabilidade ou o equilíbrio de cálcio e magnésio é influenciado pelo pH do solo. Assim, solos com pH ácido os compostos silicatos, aluminossilicatos, sulfatos e carbonatos de Ca e Mg são solúveis, mas relativamente instáveis. Contudo, em solos alcalinos, portanto com pH elevado, os carbonatos são estáveis, como é possível observar nos equilíbrios que seguem:



O $\log K^0$ (constante de equilíbrio) expressa a atividade e não a concentração dos produtos e dos reagentes envolvidos na reação química. A reação de dissolução da calcita fica assim:

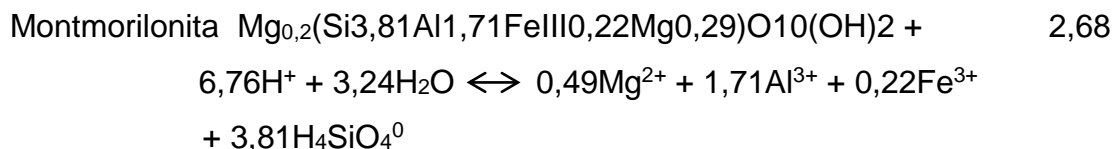
$$9,74 = \log \left[\frac{(\text{Ca}^{2+}) (\text{CO}_2)}{(\text{H}^+)} \right] \rightleftharpoons 9,74 = \log(\text{Ca}^{2+}) + \log(\text{CO}_2) - 2\log(\text{H}^+) \rightleftharpoons$$

$$9,74 = \log(\text{Ca}^{2+}) + \log(\text{CO}_2) + 2\text{pH} \rightleftharpoons \log(\text{Ca}^{2+}) = 9,74 - \log(\text{CO}_2) - 2\text{pH}$$

Deduz-se que quanto mais alcalino for o solo e maior a pressão de CO₂, menor será a concentração de Ca solúvel. Nessas condições a calcita é mais estável e solúvel em solo ácido. Como a pressão do CO₂ é de 0,00038 atm na atmosfera, $\log(\text{CO}_2) \sim -3,4$. Com isso: $\log(\text{Ca}^{2+}) = 13,14 - 2\text{pH}$

A seguir algumas reações de dissolução de Aluminossilicatos Cálcicos e Magnesianos e suas respectivas constantes de equilíbrio:

Mineral	Equilíbrio	log K ⁰
Piroxênio	$\text{CaAl}_2\text{SiO}_6 + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_4\text{SiO}_4^0 + 2 \text{H}_2\text{O}$	35,25
Anortita	$\text{CaAl}_2\text{SiO}_8 + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{Al}^{3+} + 2\text{H}_4\text{SiO}_4^0$	23,33
Leonardita	$\text{CaAl}_4\text{Si}_8\text{O}_{24} \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Ca}^{2+} + 4\text{Al}^{3+} + 8\text{H}_4\text{SiO}_4^0$	17,29
Clorita	$\text{Mg}_5\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8 + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{Mg}^{2+} + 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_4\text{SiO}_4^0 + 6\text{H}_2\text{O}$	60,30
Vermiculita	$(\text{Mg}_{2,71}\text{Fe}^{\text{II}}_{0,02}\text{Fe}^{\text{III}}_{0,46}\text{Ca}_{0,06}\text{K}_{0,1})\text{Si}_{2,91}\text{Al}_{1,14}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ $+ 10,36\text{H}^+ \rightleftharpoons 2,71\text{Mg}^{2+} + 0,02\text{Fe}^{2+} + 0,46\text{Fe}^{3+} + 0,06\text{Ca}^{2+}$ $+ 0,1\text{K}^+ + 1,14\text{Al}^{3+} + 2,91\text{H}_4\text{SiO}_4^0 + 0,36\text{H}_2\text{O}$	38,14



As constantes de equilíbrio maiores indicam a instabilidade de alguns desses aluminossilicatos, principalmente, em função dos solos ácidos e lixiviação de Ca^{2+} e Mg^{2+} . A lixiviação das bases trocáveis do solo permite a entrada de H^+ e Al^{3+} no complexo de troca, substituindo Ca^{2+} e Mg^{2+} . Com isso, as atividades de Ca^{2+} e Mg^{2+} são mantidas constantes. Os carbonatos e silicatos cálcicos e magnesianos, de modo geral, são instáveis e não persistem em solos e sedimentos ácidos a neutros.

Os princípios teóricos para correção de acidez dos solos com uso de carbonatos, pela elevação do pH e o aumento da atividade de Ca^{2+} e Mg^{2+} na solução dos solos ácidos e a reposição dessas bases no complexo de troca, são similares com o uso de silicatos e aluminossilicatos de Ca e Mg. Há apenas uma redução na cinética de dissolução desses últimos em relação aos carbonatos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado do Tocantins é reconhecidamente um produtor agropecuário de destaque nacional e os Latossolos e Neossolos Quartzarênicos são os solos que sustentam boa parte desta produção. É nos Latossolos, que representa 21,53% dos solos do Estado, que a agricultura e a pecuária ocorrem com maior uso intensivo. Os resultados de pesquisas demonstraram amplitude nos valores de fertilidade de solo, sendo os valores médios de Ca + Mg - 2,1 Cmolc dm³; Al - 0,5 Cmolc dm³; H+Al - 4,2 Cmolc dm³; K - 0,2 Cmolc dm³; t - 2,8 Cmolc dm³; P - 14,3 mg dm³; Saturação por bases - 38,8%; Materia Orgânica - 2,4% e pH água - 5,3. Já os Neossolos Quartzarênicos predominam nas porções Norte e Leste do Estado. Os resultados demonstraram valores de Ca + Mg - 1,3 Cmolc dm³; Al - 0,3 Cmolc dm³; H+Al - 2,16 Cmolc dm³; K - 0,2 Cmolc dm³; t - 1,8 Cmolc dm³; P - 2,4 mg dm³; Saturação por bases - 39,1%; Materia Orgânica - 1,1% e pH água - 4,8.

Quanto ao panorama de ocorrência de jazidas de calcário no Tocantins, dentre elas, destaca-se as que estão sendo exploradas comercialmente, tais como, a jazida de calcários de rocha metamórfica na região noroeste, municípios de Xambioá, Bandeirantes e Bernardo Sayão. Outra de origem metamórfica ocorre na região centro-oeste (Lagoa da Confusão) e sudoeste (Formoso do Araguaia). Na região sudeste (Natividade e Dianópolis) são calcários

provenientes de rochas sedimentar e metamórfica, com PRNT em torno de 75%. Os calcários de melhor qualidade foram encontrados em formoso de Araguaia com PRNT de 92%.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. F.; BARDALES, N. G.; ARAÚJO, E. A.; OLIVEIRA, T. K.; FRANKE, I. L.; OLIVEIRA, C. H. A. Classificação etnopedológica dos solos dos Kaxinawas da Terra Indígena Kaxinawa do Nova Olinda, município de Feijó, Estado do Acre. Florianópolis: **Anais XXXIV Congresso Brasileiro Ciência do Solo**, 2013.
- ARAÚJO, A. L.; ALVES, A. G. C.; ROMERO, R. E.; FERREIRA, T. O. Etnopedologia: uma abordagem das etnociências sobre as relações entre as sociedades e os solos. **Ciência Rural**, v.43, n.5, p. 854-860, 2013
- AUDEH, S. J. S.; LIMA, A. C. R.; CARDOSO, I. M.; CASALINHO, H. D.; JUCKSCH, I. J. Qualidade do solo: uma visão etnopedológica em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, n.3, p. 34-48, 2011
- BARRERA-BASSOLS, N.; ZINCK, J. A. Ethnopedology: a worldwide view on the soil knowledge of local people. **Geoderma**, v. 111, p. 171-195, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001670610200263X>>. Acesso em: 15 de jan. 2015. doi: 10.1016/S0016-7061(02)00263-X.
- BELLINGIERI, P. A.; ALCARDE, J. C.; SOUZA, E. C. A. *Reatividade de calcários agrícolas e a relação entre teores de cálcio e magnésio*. Piracicaba: **Anais... ESALQ 45** (parte 2), p. 499-515, 1988.
- BLANKENAU, K. *Cálcio nos solos e nas plantas*. Inf. Agronômicas n. 17, 2007
- CAPONE, A.; SANTOS, E. R.; FERRAZ, E. C.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, J. L.; BARROS, H. B. Desempenho agrônômico de cultivares de girassol no sul do Estado do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n.3, p. 13-23, 2012
- COELHO, F. H. F.; MARCELLINO, M. S.; DOURADO, M.; AMADO, M. V. L.; MICHELIN, L. H. F.; DOURADO, D. P. Características agronômicas do milho irrigado em função de doses crescentes de potássio. **RIU**, v.7, n.9, p. 147-151, 2013
- COLLICCHIO, E. *Zoneamento edafoclimático e ambiental para a cana-de-açúcar e as implicações das mudanças climáticas no estado do Tocantins*. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo. 156f, 2008.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais : 5a Aproximação* / Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Vitor Hugo Alvarez V.(Eds.) Viçosa, MG: 1999. 359p.

COLLIER, L. S.; ARAÚJO, G. P. Fertilidade do solo sob sistemas de produção de subsistência, agrofloresta e vegetação remanescente em Esperantina – TO. **Floram**, v.17, n.1, p. 12-22, 2010

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006.

FAGERIA, N. K.; MOREIRA, A.; CASTRO, C. Resposta da soja à adubação fosfatada em Latossolo do Estado do Tocantins. Brasília: **Resumos** da XXXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 2010.

FERREIRA, C. A. *Gênese de “Latossolos acinzentados” em topossequência de Latossolos das chapadas do Alto Vale do Jequitinhonha*. Dissertação de Pós-Graduação. Univ. Fed. Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina. 84f, 2008,

FLORES, R. A.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; COLLIER, L. S.; ZANETTI, J. B.; PRADO, R. M. Nitrogênio e idade de corte na qualidade da biomassa de capim-elefante para fins agroenergéticos cultivado em Latossolo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.1, p. 17-136, 2013

GAMA, J. R. F. N.; CARVALHO, E. J. M.; RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M. A. Solos do Estado do Pará. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E.C. *Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará*. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, p.19-29. 2007.

Haidar, R. F.; Fagg, J. M. F.; Pinto, J. R. R.; Dias, R. R.; Damasco, G.; Silva, L. C. R.; Fagg, C. W. Florestas estacionais e áreas de ecótono no estado do Tocantins, Brasil: parâmetros estruturais, classificação das fitofisionomias florestais e subsídios para conservação. **Acta Amazônica**, 43, n. 3, p. 261-290, 2013

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), Estado do Tocantins: *Pedologia, Mapa Exploratório de Solos*. bCIMd, 1ª Edição. 2007a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), Estado do Tocantins: *Geologia*. bCIMd, 1ª Edição. 2007b.

KELLOG, C.E. Preliminary suggestions for the classification and nomenclature of great soil groups in tropical and equatorial regions. **Common. Bur. Soil Sci. Tech. Comm.**, v.46, p. 76-85, 1949

MARCELINO, M. S.; CORRÊA, M. L. T. Efeitos da calagem e da adubação orgânica sobre a adsorção de Zn e Cu em dois solos do Estado do Tocantins. Palmas, XVII Jornada de Iniciação Científica. 2010

MATA, J. F.; SILVA, R. R.; FONTES, M. P. F.; ERASMO, E. A. L.; FARIAS, V. L. S. Análise mineralógica, granulométrica e química, em solos de ecótonos do sudoeste do Tocantins. **Rev. Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.4,n.2, p. 152-175, 2011

MATOS, L. V.; KER, J. C.; CARDOSO, I. M.; LANI, J. L.; SCHAEFER, C. E. G. R. O conhecimento local e a etnopedologia no estudo dos agroecossistemas da comunidade quilombola de Brejo dos Crioulos. **Sociedade & Natureza**, v.26, n. 4, p. 497-510, 2014

MENDONÇA, G. V. **Análise florístico-estrutural e relações com o ambiente em área de ecótono floresta estacional-cerrado sensu stricto no estado do Tocantins**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), UnB, Brasília. 96f. 2012,

MUGGLER, C. C.; SOBRINHO, F. A. P.; MACHADO, V. A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.30, p. 733-740, 2006

NEGREIROS NETO, J. V.; SANTOS, A. C.; SANTOS, P. M.; SANTOS, T. M.; FARIA, A. F. G. Atributos físicos de solos sob a consorciação gramíneas-leguminosas no Norte do Estado do Tocantins. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.18, n.2, p. 140-150, 2010

NEGREIROS NETO, J. V.; SANTOS, A. C.; GUARNIERI, A.; SOUZA, D. J. A. T.; DACONCH, D. J.; DOTTO, M. A.; ARAÚJO, A. S. Variabilidade espacial de atributos físico-químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico em sistema plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p. 193-204, 2014

OLIVEIRA, G. C. Solos da Região dos Cerrados: **Reconhecimento na paisagem, potencialidades e limitações para uso agrícola**. Monografia de Pós – Graduação. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 69f. 2009,

PRADO, H. *Pedologia fácil: aplicações na agricultura*. Piracicaba, 105p. 2007.

RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J.; LUPATINI, G. C.; SANTOS, E. J. C. Modificações em atributos químicos de solos arenosos sob plantio direto. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p. 713-721, 1998

RODRIGUES, T.E. Solos da Amazônia. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F. & FONTES, M.P., eds. *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa, MG, SBCS/UFV/DPS, 1996. p.19-60.

ROTILI, E. A. **Eficiência e resposta quanto ao uso de nitrogênio e fósforo de cultivares de arroz em solos de várzea irrigada e terras altas no sul do Estado do Tocantins**. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal), UFT, Gurupi. 102f. 2009.

SÁ, M. F. M. Os solos dos Campos Gerais. In: *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. 1 Ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. cap. 6, p. 73-83.

SABOYA, R. C. C.; CHAGAS JR., MONTEIRO, F. P. R.; SANTOS, G. R.; ERASMO, E. A. L.; CHAGAS, L. F. B. Fungos micorrízicos arbusculares afetando a produção de mudas de pinhão-mansão na região Sul do Estado do Tocantins, Brasil. **Revista Ceres**, v.59, n.1, p. 142-146, 2012

SANTANA, H. M. P.; LACERDA, M. P. C.; BARROS, M. A.; BARBOSA, I. O. Unidades pedoambientais da Região de Santa Tereza, Estado do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.1, p. 8-19, 2010

SÉGALEN, P. *Les sols ferrallitiques et leur répartition géographique*. 1^a ed. Paris, editions de l'ORSTOM. Collection Études et Thèses. 1994. 197p.

SEPLAN, Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Tocantins. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). *Base de dados geográficos do Tocantins*. Palmas, 2007.

SILVA, R. B.; SANTOS, A. C.; SILVA, J. E. C.; OLIVEIRA, L. B. T.; ARAÚJO, A. S. Diagnóstico do solo em áreas de ocorrência de capim dourado na Região do Jalapão, Estado do Tocantins. **Amazônia: Ci. & Desenv.** 2010; 6(11).

SILVA, A. K. T.; GUIMARÃES, J. T. F.; LEMOS, V. P.; COSTA, M. L.; KERN, D. C. Mineralogia e geoquímica de perfis de solo com Terra Preta Arqueológica de Bom Jesus do Tocantins, sudeste da Amazônia. **Acta Amazônica**, v.42, n. 4, p. 477-490, 2012

SOUZA, L. S. **Adequação do uso das terras e qualidade física dos solos em pastagens no Distrito Federal**. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade de Brasília, Brasília. 63f. 2012.

STUMM, W. *Chemistry of the solid-water interface: Processes at the mineral-water and particle-water interface in natural systems*. John Wiley & Sons, New York, NY, 1981.

TAVARES, L. F. S.; CANDEIRO, C. R. A. Região de fronteiras: fauna e flora em Itaguatins, norte do estado do Tocantins. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v.3, n.2, p. 513-519, 2012

TAVARES, A. K. **Caracterização etnopedológica de terras agrícolas com agricultores familiares dos municípios de Antonina e Morretes-PR**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Univ. Federal do Paraná, Curitiba. 76f. 2012.

VALE JÚNIOR, J.F. et al. Etnopedologia e transferência de conhecimento: diálogos entre os saberes indígena e técnico na terra indígena Malacheta, Roraima. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.31, p. 403-412, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000200023&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 20 dezembro, 2014. doi: 10.1590/S0100-06832007000200023.

MELO, A.V.; AFFÉRI, F. S.; DOTTO, M. A.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, G. R.; CARVALHO, E. V. Reação de híbridos de milho à *Curvularia ssp*, sob dois níveis de adubação com nitrogênio, no Sul do Tocantins. **Scientia agraria**, v.11, n. 2, p. 149-154, 2009

VILELA, L. C.; SANTOS, A. C.; BARRETO, P. M.; BRITO, S. S.; SILVA, J. E. C.; OLIVEIRA, L. B. T. Propriedades químicas de Latossolo Vermelho em função da aplicação de gessagem e calagem. **Revista Acadêmica : Ciências Agrárias e Ambientais**, v.8, n.1, p. 19-27, 2010