



Caracterização pedológica de locais de estudo de populações naturais de castanheira-do-brasil no estado de Mato Grosso

Silvio Tulio SPERA^{1*}, Ciro Augusto de Souza MAGALHÃES¹, Aisy Botega BALDONI¹,
Sebastiao Barreiros CALDERANO²

¹Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, Brasil.

²Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

*E-mail: silvio.spera@embrapa.br

Recebido em abril/2018; Aceito em outubro/2018.

RESUMO: A castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) é nativa da Amazônia e importante espécie de exploração extrativista. O ambiente edáfico característico de áreas de ocorrência de concentração de populações naturais de castanheira-do-brasil, no norte de Mato Grosso foi avaliado. O estudo foi conduzido em quatro áreas de ocorrência de castanhais no norte de Mato Grosso, nos municípios de Itaúba, Alta Floresta, Juína e Cotriguaçu, nos quais se descreveu os perfis de solos, e dos quais foram feitas análises químicas, granulométricas e mineralógicas. Os resultados indicaram que a castanheira-do-brasil é espécie típica de clima predominante na Amazônia, que ocorre em solos ácidos, de textura variando de arenosa a média, de baixa fertilidade natural e, às vezes, com elevado teor de alumínio, entretanto, são solos cauliniticos ou cauliniticos-gibbsíticos, o que os difere da maioria dos solos de cerrados. Foram identificados solos dos grandes grupos Argissolo Vermelho Amarelo distróficos e Latossolo Vermelho Amarelo distróficos de relevo plano a ondulado.

Palavras-chave: solos florestais, perfil de solo, atributos químicos, pedomorfologia, mineralogia.

Pedological characterization at places of occurrence of natural populations of Brazil nuts in the State of Mato Grosso

ABSTRACT: The Brazil nuts trees (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) are native to the Amazon and important specie of extractive exploitation. The edaphic environment characteristic of concentration areas of Brazil nuts tree specimens, in the North of Mato Grosso was evaluated in research project that studied the edaphic attributes at places of occurrence of natural populations of Brazil nuts in the State of Mato Grosso. The study was carried out in four areas of Brazil nuts occurrence in the North of Mato Grosso, in the municipalities of Itaúba, Alta Floresta, Juína and Cotriguaçu, which described the soil profiles, and which were made chemical, physical and mineralogical analysis. The results indicated that the Brazil nuts tree is a typical specie of the Amazon, which grows in the State of Mato Grosso, in soils acids, ranging from sandy to loamy texture, low natural fertility and, sometimes, with high content of aluminum, however, is a caullinitic or caullinitic-gibbsitic soils, which differs from the majority of soils of the Brazilian savanna. Soils were identified as dystrophic Red Yellow Argisols (Haplustult) and Red Yellow Latosols (Haplustox) and relief vary from plain to undulate.

Keywords: forest soils, soil profile, chemical attributes, morphological attributes, mineralogy.

1. INTRODUÇÃO

A castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), nacionalmente conhecida como castanheira-do-pará, é considerada uma das mais importantes espécies de exploração extrativista, sendo que a semente tem alto valor nutricional e comercial, os frutos são utilizados em artesanato, e a madeira pode ser empregada na construção civil, apesar do seu corte ser proibido (SALOMÃO et al., 2006). A devastação dos castanhais nativos, devido ao avanço das fronteiras agrícolas e das queimadas, representa uma ameaça à espécie. Assim, para que a castanheira seja explorada de forma sustentável, é importante avaliar a diversidade e a estrutura genética populacional dos maciços florestais da espécie. Estudos como esses orientarão ações de preservação da espécie *in situ*, garantindo a sustentabilidade dessa atividade agrícola. Além disso, o conhecimento da diversidade genética existente gerará informações importantes para futuros trabalhos, desde a orientação de ações para a criação de um banco de

germoplasma, bem como criar estratégias para programas de melhoramento genético com a espécie e estimular seu plantio comercial, especialmente em sistemas agrossilvipastoris.

A castanheira-do-brasil ocorre em terras firmes de mata alta, quase sempre em locais de difícil acesso, com dispersão natural abrangendo desde o alto Orinoco (5° latitude N) até o alto Beni (14° latitude S), onde estão inclusas a Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia e Guianas, no entanto, as mais numerosas formações compactas desta espécie estão em terras brasileiras, localizadas nos estados do Pará (rios Trombetas, Tapajós, Xingu, Tocantins e afluentes), Maranhão (área constituinte da Amazônia Legal), Mato Grosso (rios Araguaia e Teles Pires), Amazonas (rios Amazonas, Madeira, Negro, Purus e afluentes) e Acre (rios Purus, Acre, Iaco e Abunã) (SALOMÃO et al., 2006).

O ambiente edáfico de ocorrência da castanheira-do-brasil geralmente foi descrito no passado como preferencial o solo argiloso ou argilo-silicoso (MULLER et al., 1980). Entretanto,

Scoles et al. (2011) destaca que as condições de luminosidade são as determinantes. Os autores destacam a ocorrência da castanheira em Argissolos Vermelho Amarelos e Latossolos Vermelho Amarelos, no entanto, não descrevem a textura ou outras características morfológicas destes solos.

De acordo com Costa et al. (2017), as árvores com maior produção de frutos ocorrem em solo com maior teor de Al trocável na camada de 0-20 cm, bem como com menor valor de pH e saturação por bases. E reportaram que que árvores mais produtivas de castanheira contribuem na remoção de bases trocáveis, favorecendo a acidificação do solo. Entretanto, a castanheira-do-brasil mostrou-se extratora de cálcio, os autores evidenciaram a importância do manejo visando a reposição do nutriente, como, por exemplo, a restituição ao solo dos resíduos de poda e das cascas das amêndoas e dos ouriços da castanheira (KLUCZKOVSKI et al., 2015).

A mineralogia dos solos da Amazônia é caracterizada pela natureza do material de origem. Áreas mais extensas de solos eutróficos só existem onde há influência atual (planície aluvial) ou pretérita (terraços e baixos planaltos das bacias do Acre e do Alto Amazonas) de sedimentos andinos; ou, ainda, onde afloram rochas de maior riqueza em bases (calcários e margas; basaltos e diabásios). De modo geral, nas demais áreas, as condições bioclimáticas atuais, as características do material de origem e o relevo levam à formação de solos profundos e muito intemperizados (SCHAEFFER et al., 2008). Predominam, portanto, minerais silicatados intemperizados do grupo das caulinitas e óxidos de ferro e alumínio (LIMA et al., 2006).

Em 2012 um projeto de pesquisa da Embrapa Acre propôs o estudo da diversidade, estruturação genética espacial intrapopulacional, sistema de reprodução e padrões de dispersão de sementes e pólen em populações naturais localizadas nos estados do Acre e de Mato Grosso. Para estudar a diversidade morfológica e físico-química, intra e interpopulacional das castanheiras os aspectos abióticos, como variáveis de atributos químicos, físicos e morfo-estruturais do solo foram monitorados nos solos das populações de castanheira-do-brasil avaliadas. Essas informações são úteis para orientar práticas de manejo, bem como embasar futuros trabalhos taxonômicos, filogenéticos e ecológicos com a espécie.

Os resultados gerados neste estudo serão úteis para nortear ações, que vão desde iniciativas de preservação da castanheira no habitat natural, coleta de sementes para programas de conservação *ex situ*, estudos filogenéticos com a espécie, melhoramento florestal e recuperação ambiental, bem como informações visando sua exploração sustentável, como mais uma alternativa para a agricultura brasileira.

As informações sobre a variabilidade edáfica do solo em quatro populações de castanheira-do-brasil de Mato Grosso e suas relações com os indicadores morfológicos e físico-químicos dos indivíduos analisados são escassas, não permitindo, muitas vezes, orientar futuras estratégias de preservação da espécie para garantir sua exploração econômica e sustentável.

Além disso, os dados obtidos foram correlacionados com os indicadores morfológicos e físico-químicos dos indivíduos analisados, já que foram encontradas diferenças, principalmente na morfologia dos frutos de castanha, de acordo com a região onde se encontra o maciço.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização pedológica do solo

As características morfo-pedológicas do solo das áreas de castanheira-do-brasil foram avaliadas mediante a descrição pedológica de perfis de solos das cinco áreas de estudo, conforme Santos et al. (2013) e a identificação das classes de solo foi feita conforme Embrapa (2013) e com auxílio da carta de cores de Munsell (1994).

Nas áreas das quatro populações de castanheira-do-brasil no estado de Mato Grosso (Figura 1), os solos foram caracterizados mediante descrição de perfis de solos em trincheiras.

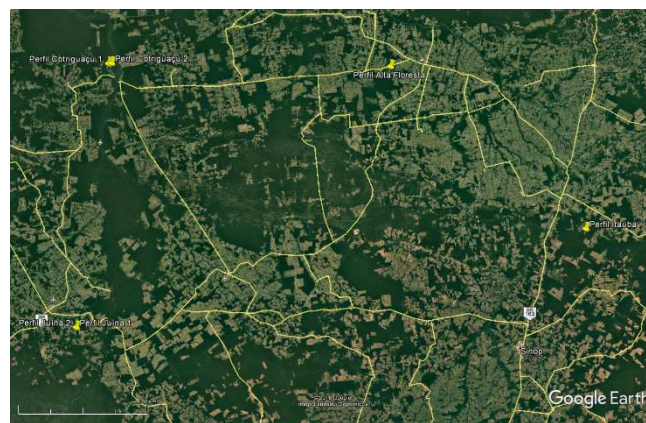


Figura 1. Posição geográfica dos perfis de solos dos locais das quatro populações de castanheira-do-brasil, no estado de Mato Grosso. Imagem: Google Earth, 2018.

Figure 1. Geographical position of the soil profiles locations of the four populations of Brazil nuts trees in the State of Mato Grosso. Image: Google Earth, 2018.

Na caracterização física dos perfis foram analisados: areia, silte, argila, enquanto que na caracterização química: pH em água, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, acidez trocável (Al^{3+}), acidez potencial ($H+Al$), carbono orgânico. Os métodos utilizados foram: P e K, Mehlich-1; Ca, Mg e Al: KCl 1 mol L^{-1} ; $H+Al$: acetato de cálcio $0,5\text{ mol L}^{-1}$ a pH 7,0; matéria orgânica do solo: Walkley e Black, conforme Silva (2009).

Os teores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e TiO_2 , e as relações moleculares: SiO_2/Al_2O_3 (Ki), SiO_2/R_2O_3 (Kr) e Al_2O_3/Fe_2O_3 foram obtidos após ataque sulfúrico das amostras, conforme Donagemma et al. (2011). A identificação da litologia, da formação geológica e do material originário foi feita conforme SEPLAN-MT (2011).

2.2. Caracterização mineralógica do solo

A fração argila ($\varnothing < 0,002\text{ mm}$) foi separada no laboratório de Física da Embrapa Solos, conforme Donagemma et al. (2011). As amostras foram analisadas em condição “ao natural” e sob os seguintes tratamentos: desferificação por DCB (ditionito-citrato-bicarbonato de sódio), de acordo com Mehra; Jackson (1960); saturação com potássio e aquecimento por duas horas, após montagem da lâmina, nas temperaturas: 110° , 350° e 550° ; saturação com Mg e solvatação com etileno glicol, conforme Donagemma et al. (2011) e Calderano et al. (2009). As lâminas foram preparadas de forma orientada, pelo método do esfregaço. Foi usado o aparelho difratômetro Rigaku, modelo: Miniflex II, radiação: $Cu\ K\alpha$. $\lambda = 0,154\text{ nm}$.

Os difratogramas foram confeccionados usando o programa Microcal Origin 6.0 e foram apresentados na seguinte ordem: amostra não tratada (Am.total); amostra desferrificada e saturada com magnésio (Mg) e posteriormente solvatada com etileno glicol (MgEG); amostra desferrificada e saturada com potássio, com leituras executadas à temperatura ambiente (K25) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas (K110, K350 e K550). A interpretação dos difratogramas foi feita com base nas tabelas da base de dados do JCPDS-ICDD (ICDD, 2016). A grafia dos nomes dos minerais está de acordo com Branco (1987).

3. RESULTADOS

3.1. Caracterização morfo-pedológica dos solos

3.1.1. Ambiente edáfico das áreas de ocorrência da castanheira-do-brasil

A descrição geral dos perfis de solo das áreas de castanheiras nativas, bem como as características morfológicas, granulometria, atributos químicos e mineralógicos estão relacionados a seguir e apresentados nas tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12. Na Figura 1 pode-se observar a localização geográfica dos quatro locais com perfis descritos nesse trabalho. Nas Figuras 2 e 3 estão ilustradas imagens de Latossolo e Argissolo Vermelho Amarelos Distróficos, provenientes das áreas de concentração de castanheiras-do-brasil no norte de Mato Grosso.

3.1.2. Descrições gerais e classificação dos perfis de solos estudados

Perfil n° 1 (Itaúba)

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura média, floresta equatorial subperenifólia, relevo plano.

Localização, município e estado: município de Itaúba/MT. Coordenadas 11°06'05.99" S e 55°01' 48.73" W.

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil: trincheira aberta em área de mata fechada, em posição nivelada do terreno.

Altitude: 384 m

Litologia e formação geológica: Pré-Cambriano Médio, Formação Dardanelos.

Material originário: Sedimentos areno-argilosos.

Pedregosidade: Ausente.

Rochosidade: Ausente.

Relevo local: Plano.

Relevo regional: Plano a suave-ondulado.

Erosão: não aparente.

Drenagem: acentuadamente drenado.

Vegetação primária: floresta equatorial subperenifólia com castanheiras (*Bertholetia excelsa*), sob ação antrópica.

Uso atual: exploração extrativa de castanha-do-brasil.

Data da descrição: 17/02/2013.

Descrito e coletado por: Silvio Tulio Spera e Bruno Eduardo Begrow.

Descrição morfológica

Oo: -2 - -1 cm; material orgânico pouco decomposto, facilmente reconhecíveis.

Ooo: -1 - 0 cm; material orgânico decomposto, não discerníveis.

A1: 0 – 3 cm; bruno-avermelhado escuro (4,0 YR 4/3 úmido); areia franca, moderada granular pequena e média e fracos blocos subangulares muito pequenos e pequenos, não pegajosa, ligeiramente plástico, muito friável, macia, abundantes poros muito pequenos e pequenos, comuns médios e poucos grandes; muitas raízes pivotantes finas, transição clara e plana.

A2: 3 – 15 cm; bruno-avermelhado escuro (4,0 YR 4/4 úmido); franco-arenosa, moderada, granular pequena e média e fracos blocos subangulares muito pequenos e pequenos, ligeiramente pegajoso, ligeiramente plástico, muito friável, macia, abundantes poros muito pequenos e pequenos, comuns médios e poucos grandes; muitas raízes pivotantes finas, transição gradual e plana.

AB: 15 – 36 cm; bruno-avermelhado (4,0 YR 4/5 úmido); franco-argilo arenosa, moderada, granular muito pequena a média e fracos blocos subangulares muito pequenos e pequenos, ligeiramente pegajoso, plástico, friável, macia, abundantes poros muito pequenos e pequenos, comuns médios e raros grandes; muitas raízes pivotantes finas, médias e grossas, transição gradual e plana.

BA: 36 – 50 cm; bruno-avermelhado (4,0 YR 4/6 úmido); franco-argilo arenosa, moderada, granular muito pequena a média e fracos blocos subangulares muito pequenos e pequenos, ligeiramente pegajoso, plástico, friável, macia, abundantes poros muito pequenos, muitas raízes pivotantes finas, médias e grossas, transição gradual e plana.

Bw1: 50 – 88 cm; bruno-avermelhado (3,5 YR 4/6 úmido); franco-argilo arenosa, moderada, granular muito pequena a média, pegajoso, muito plástico, friável, macia, abundantes poros muito pequenos, muitas raízes lenhosas grossas (diâmetro de 7 a 12 cm), transição difusa e plana.

Bw2: 88 – 170 cm; bruno-avermelhado (3,5 YR 4/7 úmido); franco-argilo arenosa, moderada, granular muito pequena a média, pegajoso, muito plástico, muito friável, macia, abundantes poros muito pequenos, comuns raízes lenhosas médias (diâmetro de 3 a 5 cm), transição difusa e plana.

Bw3: 170 – 210 cm; bruno-avermelhado (3,5 YR 4/7 úmido); franco-argilo arenosa, moderada, granular muito pequena, ligeiramente pegajoso, plástico, muito friável, macia, abundantes poros muito pequenos, poucas raízes lenhosas médias (diâmetro de 3 a 5 cm) (coletado com trado).

Bw4: 210 – 290 cm; bruno-avermelhado (3,5 YR 4/7 úmido); franco-argilo arenosa, moderada, granular muito pequena, pegajoso, plástico, muito friável, macia, poucas raízes lenhosas médias (coletado com trado).

Bw5: 290 cm +; bruno-avermelhado (3,5 YR 4/8 úmido); argilo-arenosa, moderada, granular muito pequena, pouco pegajoso, plástico, friável, macia (coletado com trado).

Análises físicas e químicas

Tabela 1. Granulometria e densidade do solo das camadas amostradas em perfil do castanhal da área de Itaúba-MT.

Table 1. Particle size and soil density samples of layers of a soil profile in area of Brazil-nuts occurrence, Itaúba-MT.

Camada	Espessura	Argila	Silte (S)	Areia (A)	Relação S/A	Ds
	cm	g kg ⁻¹			-	kg dm ⁻³
A1	0-3	133	30	837	0,23	1,02
A2	3-15	149	24	827	0,16	1,13
AB	15-36	226	32	742	0,14	1,24
BA	36-50	213	40	747	0,19	1,23
Bw1	50-88	232	55	713	0,24	1,11
Bw2	88-170	227	59	714	0,26	1,09
Bw3	170-210	241	30	729	0,12	1,00
Bw4	210-290+	249	41	710	0,16	0,98

Dados: Embrapa Agrossilvipastoril (2015). Data: Embrapa Agrossilvipastoril (2015).

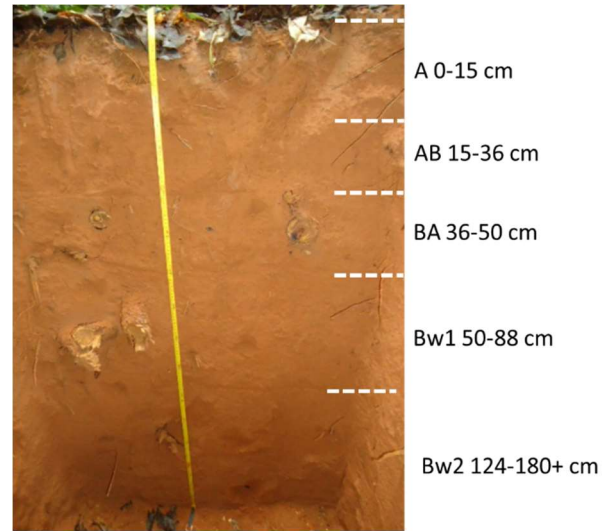


Figura 2. Perfil de Latossolo Vermelho Amarelo distrófico de Itaúba-MT. As camadas Bw3, Bw4 e Bw5 foram coletadas com trado. Foto: Spera, S.T. (2013).

Figure 2. Profile of a Dystrophic Red Yellow Latosol of Itaúba-MT. The layers Bw3, Bw4 and Bw5 were collected with auger. Photo: Spera, S.T. (2013).

Tabela 2. Resultados analíticos químicos das camadas amostradas em perfil do castanhal da área de Itaúba-MT.

Table 2. Chemical analytical results of sampled layers of a soil profile of an area of Brazil-nuts occurrence, Itaúba-MT.

Camada	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	T	P	V	m
	água	cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³			%
A1	4,5	0,3	0,1	0,07	0,6	6,4	5	8	55
A2	4,5	0,3	0,1	0,06	0,5	6,4	4	9	45
AB	5,3	0,4	0,2	0,08	0,1	3,7	<1	19	12
BA	4,5	0,3	0,1	0,03	0,3	3,7	<1	11	43
Bw1	4,1	0,2	0,1	0,01	0,4	2,8	<1	11	57
Bw2	5,1	0,2	0,1	0,03	0,1	2,1	<1	19	20
Bw3	4,9	0,3	0,1	0,01	0	1,6	<1	25	0
Bw4	4,7	0,2	0,1	0,02	0	1,8	<1	17	0

Camada	C _{org}	N _{total}	Ataque sulfúrico				Relações moleculares				
	g kg ⁻¹		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	Ki	SiO ₂ /R ₂ O ₃	Kr	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃
A1	12,2	1,1									
A2	8,2	1									
AB	4,6	0,6									
BA	3,6	0,6									
Bw1	3,3	0,5	40	87	32	4,4	0,78		0,63		4,27
Bw2	1,7	0,3									
Bw3	0,8	0,2									
Bw4	2,4	0,3									

Dados: Embrapa Agrossilvipastoril (2015). Data: Embrapa Agrossilvipastoril (2015).

Perfil n° 1 Juína

Classificação: PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico arênico, textura areia/areia franca, A moderado, relevo suave-ondulado, floresta tropical subperenifólia.

Localização, município e estado: coordenadas 11°36'39.31" S e 58°36'42.36" W, município de Juína/MT, Faz. Luso-Brasileira.

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil: trincheira aberta em área de mata ciliar alterada pelo uso com pastagem, no terço inferior da vertente curta.

Altitude: 295 m

Litologia e formação geológica: Cretáceo, Formação Utariiti

Material originário: sedimentos argilo-arenosos com concreções.

Pedregosidade: Ausente.

Rochosidade: Ausente.

Relevo local: suave ondulado.

Relevo regional: Plano a suave-ondulado.

Erosão: Erosão em sulcos causa pelo gado.

Drenagem: Imperfeitamente drenado.

Vegetação primária: floresta equatorial subperenifólia, sob ação antrópica.

Uso atual: área de exploração com gado e castanheiras.

Descrito e coletado por: Silvio Tulio Spera e Nilton César Morel.

Data da descrição: 26/06/2014.

Observações: Coletado em trincheira escavada em barranco baixo, entre mata ciliar e pastagem de *Brachiaria*.

Descrição morfológica

A1: 0 – 8 cm; cinza brunado (5 YR 5/1 seco), bruno-acinzentado (5 YR 5/2 úmido); areia; fraca, grãos simples, granular pequena e blocos subangulares pequenos e médios q.s.d em grãos simples, solta, muito friável, não plástico e não

pegajoso; muitos poros muitos pequenos, pequenos, médios e comuns grandes; abundantes raízes muito finas, finas e médias; transição plana e clara.

A2: 8 – 22 cm; bruno-acinzentado (5 YR 5/2 seco), bruno-acinzentado (5 YR 5/2 úmido); areia; fraca, grãos simples, granular pequena e blocos subangulares pequenos e médios q.s.d em grãos simples, solta, muito friável, não plástico e ligeiramente pegajoso; muitos poros muitos pequenos, pequenos, médios e comuns grandes; abundantes raízes muito finas, finas e médias; transição plana e abrupta.

Bt1: 22 – 70 cm; bruno-avermelhado-claro (5 YR 5/4 úmido); areia franca; fraca, blocos subangulares pequeno e médio; macia, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; cerosidade comum fraca, poros comuns muito pequenos e pequenos, raros médios; raízes comuns muito finas; transição plana e gradual.

Bt2: 70 – 100 cm +; bruno-avermelhado (5 YR 5/5 úmido); areia franca; moderada, blocos subangulares pequeno e médio; macia, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; cerosidade comum fraca, poros comuns muito pequenos e

pequenos, raros médios; raízes poucas muito finas; transição plana e gradual.

Lençol freático a 1,0 m de profundidade. Castanheiras ausentes. **Bt2:** mosqueado pouco 5 YR 5/6 (bruno-avermelhado escuro).

Análises físicas e químicas

Tabela 3. Granulometria das camadas do perfil n° 1 do castanhal da área de Juína-MT

Table 3. Particle size of the layers of the profile nr. 1 of sampled in a soil profile of an area of Brazil-nuts occurrence, Juína-MT

Camada	Espessura cm	Argila	Silte (S)	Areia (A)	Relação S/A
		g kg ⁻¹			
A1	0-8	60	56	884	0,93
A2	8-22	60	72	868	1,20
Bt1	22-70	80	94	826	1,17
Bt2	70-100+	100	66	834	0,66

Dados: Embrapa Agrossilvipastoril (2015). Data: Embrapa Agrossilvipastoril (2015).

Tabela 4. Resultados analíticos químicos das camadas do perfil n° 1 do castanhal da área de Juína-MT.

Table 4. Chemical analytical results of sampled layers of the profile nr. 1 of sampled in a soil profile of an area of Brazil-nuts occurrence, Juína-MT.

Camada	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	T	P	V	m
	água	cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³			%	
A1	-	0,3	-	0,04	0,7	5,7	25	5	70
A2	-	0,1	-	0,02	0,6	4,1	1	2	86
Bt1	-	0,1	-	0,01	0,5	3,6	1	3	83
Bt2	-	0,1	-	0,01	0,4	2,7	1	4	80

Camada	C _{org}	N _{total}	Ataque sulfúrico			Relações moleculares			
	g kg ⁻¹		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ Ki	SiO ₂ /R ₂ O ₃ Kr	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃
A1	-	-	31	14	6	1,4	3,76	2,95	3,66
A2	-	-	31	16	3	1,2	3,29	2,94	8,37
Bt1	-	-	43	26	4	1,7	2,81	2,56	10,2
Bt2	-	-	52	45	6	2,1	1,96	1,81	11,77

Dados: Embrapa Agrossilvipastoril (2015). Data: Embrapa Agrossilvipastoril (2015).

Perfil n° 2 Juína

Classificação: ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico nitossólico, A moderado, textura média, relevo ondulado, município de Juína-MT, floresta tropical subperenifólia.

Localização, município e estado: coordenadas 11°36'39.55" S e 58°36'38.80" W, município de Juína/MT, Faz. Luso-Brasileira.

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil: trincheira aberta em área de mata, no terço inferior da vertente longa.

Altitude: 305 m

Litologia e formação geológica: Cretáceo, Formação Utiariti

Material originário: sedimentos argilo-arenosos.

Pedregosidade: Ausente.

Rochosidade: Ausente.

Relevo local: ondulado.

Relevo regional: Suave -ondulado a ondulado.

Erosão: Erosão antrópica não observada. Ravina natural.

Drenagem: Bem drenado.

Vegetação primária: floresta equatorial subperenifólia com castanheiras (*Bertholetia excelsa*), sob ação antrópica.

Uso atual: área de exploração com castanheiras.

Descrito e coletado por: Silvio Tulio Spera e Nilton César Morel.

Data da descrição: 26/06/2014.

Observações: Coletado em trincheira escavada em barranco de ravina natural, em mata.

Descrição morfológica

A1: 0 – 7 cm; bruno claro (7,5 YR 5/3 seco), bruno acinzentado (7,5 YR 5/2 úmido); franco arenosa; fraca, granular pequena e média q.s.d. em granular muito pequena; solta, muito friável, não plástico e não pegajoso; muitos poros muitos pequenos, pequenos, médios e comuns grandes; abundantes raízes muito finas, finas e médias; transição plana e clara.

A2: 7 – 29 cm; bruno claro (7,5 YR 5/4 seco), bruno claro (7,5 YR 5/3 úmido); franco argilo arenosa; fraca, granular pequena e média q.s.d. em granular muito pequena; solta, muito friável, não plástico e não pegajoso; muitos poros muitos pequenos, pequenos, médios e comuns grandes; abundantes raízes muito finas, finas e médias; transição plana e abrupta.

Bt1: 29 – 44 cm; bruno (7,5 YR 5/5 úmido); franco arenosa; fraca, blocos subangulares pequeno e médio q.s.d. em moderada, blocos subangulares pequeno e muito pequeno e granular pequena; macia, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; cerosidade pouca e fraca, poros comuns muito pequenos e pequenos, raros médios; raízes comuns muito finas; transição plana e gradual.

Bt2: 44 – 180 cm +; bruno (7,5 YR 5/6 úmido); franco arenosa; fraca a moderada, blocos subangulares pequeno e médio q.s.d. em granular pequeno; macia, friável a ligeiramente dura,

ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; cerosidade comum e fraca, poros comuns muito pequenos e pequenos, raros médios; raízes poucas muito finas; transição plana e gradual.

Bt3/C: 180 m +; bruno (7,5 YR 5/7 úmido); franco argilo arenosa, coletado com trado até 270 m; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Lençol freático profundo. Castanheiras de vários portes presentes.

Análises físicas e químicas

Tabela 5. Granulometria das camadas do perfil n° 2 do castanhal da área de Juína-MT.

Table 5. Particle size of the layers of the profile nr. 2 of sampled in a soil profile of an area of Brazil-nuts occurrence, Juína-MT.

Camada	Espessura	Argila	Silte	Areia	Relação
	cm	g kg ⁻¹			Silte/Argila
A1	0-7	140	80	680	0,57
A2	7-29	160	98	642	0,61
Bt1	29-44	160	48	792	0,3
Bt2	44-180	180	60	660	0,33
Bt3/C	180-280	180	74	646	0,41

Dados: Embrapa Agrossilvipastoril (2015). Data: Embrapa Agrossilvipastoril (2015).

Tabela 6. Resultados analíticos químicos das camadas do perfil n° 2 do castanhal da área de Juína-MT.

Table 6. Chemical analytical results of sampled layers of the profile nr. 2 of sampled in a soil profile of an area of Brazil-nuts occurrence, Juína-MT.

Camada	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	T	P	V	m
	água	cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³			%	
A1	-	0,4	-	0,07	1,2	7,9	2	6	71
A2	-	0,3	-	0,05	1,2	7,3	3	5	75
Bt1	-	0,2	-	0,03	0,6	3,7	1	5	75
Bt2	-	0,1	-	0,01	0,6	3,4	1	3	86
Bt3/C	-	0,1	-	0,01	0,4	1,4	<1	7	80

Camada	C _{org}	N _{total}	Ataque sulfúrico				Relações moleculares		
	g kg ⁻¹		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ Ki	SiO ₂ /R ₂ O ₃ Kr	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
A1	-	-	56	50	10	2	1,9	1,69	7,85
A2	-	-	68	65	14	2,5	1,78	1,56	7,29
Bt1	-	-	65	64	12	2,5	1,73	1,54	8,37
Bt2	-	-	72	77	14	2,6	1,59	1,42	8,64
Bt3/C	-	-	78	80	21	3,1	1,66	1,42	5,98

Dados: Embrapa Agrossilvipastoril (2015). Data: Embrapa Agrossilvipastoril (2015).

Perfil n° 1 Alta Floresta

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico álico, A moderado, textura média, floresta equatorial subperenifólia, relevo plano.

Localização, município e estado: coordenadas, município de Alta Floresta/MT. Coordenadas: 09°56'25" S e 56°20'15" W. Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil: trincheira aberta em área de mata fechada, em posição nivelada do terreno, em área experimental do CEPLAC.

Altitude: 273 m

Litologia e formação geológica: Arqueano. Complexo Xingu. Granitos metamórficos.

Material originário: Sedimentos areno-argilosos de granitos e quartzitos do Complexo Xingu.

Pedregosidade: Ausente.

Rochosidade: Ausente.

Relevo local: Plano.

Relevo regional: Plano a suave-ondulado.

Erosão: não aparente.

Drenagem: bem drenado.

Vegetação primária: floresta equatorial subperenifólia com castanheiras (*Bertholetia excelsa*), sob ação antrópica.

Uso atual: exploração extrativa de castanha-do-brasil.

Descrito e coletado por: Ciro A. S. Magalhães.

Descrição morfológica

A1: 0 – 8 cm; bruno escuro (7,5 YR 3/4 úmido); argila, granular e fracos blocos subangulares.

AB: 8 – 20 cm; bruno (7,5 YR 4/6 úmido); argila, granular e fracos blocos subangulares.

BA: 20 – 60 cm; bruno forte (7,5 YR 4/6 úmido); muito argilosa, moderada, granular e fracos blocos subangulares.

Bw1: 60 – 103 cm; bruno-avermelhado (5 YR 4/4 úmido); muito argilosa, moderada, granular e fracos blocos subangulares.

Bw2: 103 – 150 cm; bruno-avermelhado (5 YR 4/4 úmido); muito argilosa, moderada, granular.

Bw3: 150 – 180 cm; bruno-avermelhado (5 YR 4/8 úmido); muito argilosa, moderada, granular.

Análises físicas e químicas

Tabela 7. Granulometria do solo das camadas do perfil do castanhal da área de Alta Floresta-MT.

Table 7. Particle size of the layers of the soil profile of an area of Brazil-nuts occurrence, Alta Floresta-MT.

Camada	Espessura	Argila	Silte	Areia	Relação
	cm	g kg ⁻¹			Silte/Argila
A1	0-8	434	48	518	0,11
AB	8-20	500	64	435	0,13
BA	20-60	574	47	378	0,08
Bw1	60-103	621	20	359	0,03
Bw2	103-150	614	21	365	0,03
Bw3	150-180+	609	18	373	0,03

Dados: Embrapa Agrossilvipastoril (2015). Data: Embrapa Agrossilvipastoril (2015).

Tabela 8. Resultados analíticos químicos das camadas amostradas em perfil do castanhal da área de Alta Floresta-MT.

Table 8. Chemical analytical results of the layers of the soil profile of an area of Brazil-nuts occurrence, Alta Floresta-MT.

Camada	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	T	P	V	m
	água	cmolc dm ⁻³					mg dm ⁻³		%
A1	4,4	0,1	0,1	0,14	0,9	11,3	3	11	43
AB	4,4	0,2	<0,1	0,06	1	7,4	<1	4	77
BA	4,8	<0,1	<0,1	0,01	0,6	6,2	1	2	86
Bw1	5	<0,1	<0,1	0,01	0,5	5,9	<1	2	83
Bw2	5,2	<0,1	<0,1	0,01	0,3	4,9	<1	2	75
Bw3	5,3	<0,1	<0,1	0,01	0,1	3,4	<1	3	50

Camada	C _{org}	N _{total}	Ataque sulfúrico				Relações moleculares		
	g kg ⁻¹		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ Ki	SiO ₂ /R ₂ O ₃ Kr	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃
A1	19,7	2,2	-	-	-	-	-	-	-
AB	12,4	1,6	-	-	-	-	-	-	-
BA	8,2	1	-	-	-	-	-	-	-
Bw1	7,5	0,7	137	232	52	8	1	0,88	7
Bw2	5,8	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Bw3	3,9	0,4	140	236	48	8	1,01	0,89	7,72

Dados: Embrapa Agrossilvipastoril (2015). Data: Embrapa Agrossilvipastoril (2015).

Perfil n° 1 Cotriguaçu

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico álico típico, A moderado, textura muito argilosa, floresta equatorial subperenifólia, relevo plano.

Localização, município e estado: coordenadas, município de Cotriguaçu/MT. Coordenadas: 09°49'16" S e 58°17'22" W.

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil: trincheira aberta em área de mata fechada, em posição nivelada.

Altitude: 259 m

Litologia e formação geológica: Arqueano. Complexo Xingu. Granitos metamórficos.

Material originário: Sedimentos areno-argilosos de granitos e quartzitos do complexo Xingu.

Pedregosidade: Ausente.

Rochosidade: Ausente.

Relevo local: Suave-ondulado.

Relevo regional: Suave-ondulado.

Erosão: não aparente.

Drenagem: acentuadamente drenado.

Vegetação primária: floresta equatorial subperenifólia com castanheiras (*Bertholetia excelsa*).

Uso atual: exploração extrativa de castanha-do-brasil.

Descrito e coletado por: Ciro A. S. Magalhães.

Descrição morfológica

A1: 0 – 5 cm; bruno avermelhado; (5 YR 4/4 úmido); argila, moderada granular;

AB: 5 – 19 cm; bruno forte (7,5 YR 4/6 úmido); muito argilosa, moderada, granular e fracos blocos subangulares;

BA: 19 – 47 cm; bruno-avermelhado (5 YR 4/4 úmido); muito argilosa, moderada, granular e fracos blocos subangulares;

Bw1: 47 – 75 cm; bruno-avermelhado (5 YR 4/4 úmido); muito argilosa, moderada, granular e fracos blocos subangulares;

Bw2: 75 – 125 cm; bruno-avermelhado (5 YR 4/4 úmido); muito argilosa, moderada, granular;

Bw3: 125 – 170 cm; vermelho amarelado (5 YR 5/6 úmido); muito argilosa, moderada, granular;

Bw4: 170 – 190 cm; vermelho amarelado (5 YR 5/6 úmido); muito argilosa, moderada, granular;

Análises físicas e químicas

Tabela 9. Granulometria do solo das camadas do perfil n° 1 do castanhal da área de Cotriguaçu-MT.

Table 9. Particle size of the layers of the profile nr. 1 of sampled in a soil profile of an area of Brazil-nuts occurrence, Cotriguaçu-MT.

Camada	Espessura cm	Argila	Silte	Areia	Relação Silte/Argila
		g kg ⁻¹			
A1	0-5	512	81	407	0,16
AB	5-19	633	120	247	0,19
BA	19-47	683	108	209	0,16
Bw1	47-75	698	75	228	0,11
Bw2	75-125	701	67	232	0,10
Bw3	125-170	761	35	204	0,05
Bw4	170-190+	757	44	198	0,06

Dados: Embrapa Agrossilvipastoril (2015). Data: Embrapa Agrossilvipastoril (2015).

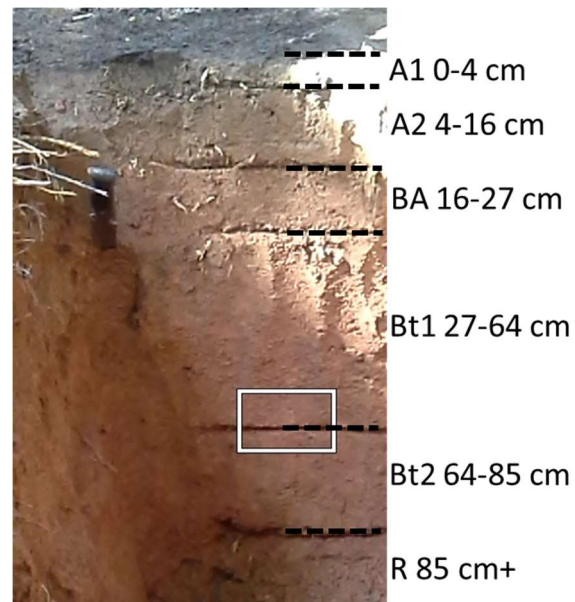


Figura 3. Perfil de Argissolo Vermelho Amarelo de Cotriguaçu-MT. O retângulo branco demarca uma camada de restrições física (menor porosidade) e química (maior saturação por alumínio) combinadas. Foto: Magalhães, C.A.S. (2014).

Figure 3. Profile of a Dystrophic Red Yellow Argisol of Cotriguaçu-MT. The white rectangle demarcates a layer of physical (less porosity) and chemical (higher aluminum saturation) combined constrictions. Photo: Magalhães, C.A.S. (2014).

Tabela 10. Resultados analíticos químicos das camadas do perfil nº 1 do castanhal da área de Cotriguaçu-MT.

Table 10. Chemical analytical results of sampled layers of the profile nr. 1 of sampled in a soil profile of an area of Brazil-nuts occurrence, Cotriguaçu-MT.

Camada	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	T	P	V	m
	água	cmolc dm ⁻³				mg dm ⁻³			%
A1	4,4	0,4	0,1	0,13	1	8,2	3	7	62
AB	4,3	<0,1	<0,1	0,07	1	6,7	1	4	77
BA	4,6	<0,1	<0,1	0,04	1,1	6,5	1	2	92
Bw1	4,8	<0,1	<0,1	0,01	1	6,4	<1	2	91
Bw2	4,8	<0,1	<0,1	0,01	1	6,2	<1	2	91
Bw3	5	<0,1	<0,1	0,01	0,4	4,1	<1	2	80

Camada	C _{org}	N _{total}	Ataque sulfúrico				Relações moleculares		
	g kg ⁻¹		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ Ki	SiO ₂ /R ₂ O ₃ Kr	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
A1	13,3	1,5	-	-	-	-	-	-	-
AB	10,3	1,3	-	-	-	-	-	-	-
BA	8,7	1	-	-	-	-	-	-	-
Bw1	8	0,8	-	-	-	-	-	-	-
Bw2	6,3	0,7	213	239	59	9	1,52	1,31	6,36
Bw3	4,2	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Bw4	3,6	0,5	240	239	67	10	1,71	1,45	5,6

Dados: Embrapa Agrossilvipastoril (2015). Data: Embrapa Agrossilvipastoril (2015).

Perfil nº 2 Cotriguaçu

Classificação: ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abruptico, A moderado, álico, textura média/argilosa, floresta equatorial subperenifólia, relevo plano.

Localização, município e estado: coordenadas, município de Cotriguaçu/MT. Coordenadas 09°49'11"S e 58°16'03"W.

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil: trincheira aberta em área de mata fechada, em posição nivelada.

Altitude: 247 m

Litologia e formação geológica: Arqueano. Complexo Xingu. Granitos metamórficos.

Material originário: Sedimentos areno-argilosos de granitos e quartzitos do Complexo Xingu.

Pedregosidade: Ausente.

Rochosidade: Ligeiramente rochosa.

Relevo local: Suave-ondulado.

Relevo regional: Suave-ondulado.

Erosão: não aparente.

Drenagem: moderadamente drenado.

Vegetação primária: floresta equatorial subperenifólia com castanheiras (*Bertholetia excelsa*).

Uso atual: exploração extrativa de castanha-do-brasil.

Descrito e coletado por: Ciro A. S. Magalhães.

Na profundidade de 85 cm, foi encontrada camada de rocha cristalina, aparentemente quartzito.

Descrição morfológica

A1: 0 – 4 cm; bruno (7,5 YR 4/3úmido); arenosa média, moderada granular;

A2: 4 – 16 cm; bruno (7,5 YR 5/4 úmido); média arenosa, moderada, granular.

BA: 16 – 27 cm; bruno (7,5 YR 5/4 úmido); média arenosa, moderada granular e fracos blocos subangulares.

Bt1: 27 – 64 cm; vermelho amarelado (5 YR 5/6 úmido); argilosa, moderada e fracos blocos subangulares; cerosidade comum e fraca.

Bt2: 64 – 85 cm; vermelho amarelado (5 YR 5/8 úmido); argilosa, moderada e fracos blocos subangulares; cerosidade comum e fraca.

R: 85 cm +: Presença de uma camada de rocha (quartzito?).

Análises físicas e químicas

Tabela 11. Granulometria das camadas do perfil nº 2 do castanhal da área de Cotriguaçu-MT.

Table 11. Particle size of the layers of the profile nr. 2 of sampled in a soil profile of an area of Brazil-nuts occurrence, Cotriguaçu-MT.

Camada	Espessura	Argila	Silte	Areia	Relação
	cm	----- g kg ⁻¹ -----			Silte/Argila
A1	0-4	147	74	779	0,50
A2	4-16	229	79	691	0,34
BA	16-27	329	81	590	0,25
Bt1	27-64	493	75	431	0,15
Bt2	64-85	555	79	367	0,14

Dados: Embrapa Agrossilvipastoril (2015). Data: Embrapa Agrossilvipastoril (2015).

A castanheira-do-brasil ocorre em terras firmes de mata alta, geralmente em solo argiloso ou argilo-silicoso. É uma espécie encontrada principalmente em solos pobres, bem estruturados e drenados, argilosos ou argilo-arenosos, sendo que a maior ocorrência é verificada nos solos de textura média a pesada. Não é encontrada em áreas com drenagem deficiente nem em solos excessivamente compactados, desenvolvendo-se bem em terras firmes e altas. Vegeta naturalmente em clima quente e úmido, conforme Muller et al. (1980).

A castanheira geralmente cresce em áreas de terra firme, e embora muitas publicações citem que a espécie prefira solos argilo-arenosos, alguns resultados preliminares de estudos do projeto Kamukaia (Embrapa) indicam que os castanhais crescem também em áreas de solos arenosos (Wadt; Souza, 2016), o que foi confirmado no presente estudo.

Tabela 12. Resultados analíticos químicos das camadas do perfil n° 2 do castanhal da área de Cotriguaçu-MT.

Table 12. Chemical analytical results of sampled layers of the profile nr. 2 of sampled in a soil profile of an area of Brazil-nuts occurrence, Cotriguaçu-MT.

Camada	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	T	P	V	m
	água		cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³		%
A1	4,8	0,6	0,2	0,1	0,1	3,9	3	23	10
A2	4,8	0,3	0,1	0,08	0,1	3,2	1	19	14
BA	4,8	0,2	0,1	0,08	0,3	2,9	<1	14	43
Bt1	5,4	0,1	<0,1	0,12	0,3	2,9	<1	10	50
Bt2	5,4	<0,1	<0,1	0,05	0,2	2,8	<1	7	50
Camada	C _{org}	N _{total}	Ataque sulfúrico				Relações moleculares		
	g kg ⁻¹		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ Ki	SiO ₂ /R ₂ O ₃ Kr	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
A1	6,3	0,9	-	-	-	-	-	-	-
A2	4,8	0,7	-	-	-	-	-	-	-
BA	4	0,7	-	-	-	-	-	-	-
Bt1	3,1	0,6	167	181	42	6	1,57	1,37	6,77
Bt2	2,2	0,4	198	211	42	6	1,6	1,41	7,89
A1	6,3	0,9	-	-	-	-	-	-	-
A2	4,8	0,7	-	-	-	-	-	-	-

Dados: Embrapa Agrossilvipastoril (2015). Data: Embrapa Agrossilvipastoril (2015).

3.2. Caracterização mineralógica dos solos

Os difratogramas de raios-X da amostra total e das amostras submetidas aos tratamentos, são úteis para ilustrar a análise mineralógica. Merece destaque a elevada intensidade das reflexões da caulinita em relação aos outros minerais presentes. Os resultados das análises mineralógicas das amostras mostram que estas são constituídas por caulinita, gibbsita, goethita, vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas (VHE), anatásio e mica, que podem ser observados nos difratogramas das Figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15. Esses resultados confirmam o que foi observado por Lima et al. (2006) ao avaliarem a mineralogia de solos amazônicos em áreas de ocorrência de castanhais nativos.

A caulinita é o mineral predominante em todas as amostras, destacando-se pela expressão de suas reflexões. A observação do difratograma da amostra total permite uma comparação imediata da intensidade das reflexões de cada mineral na amostra. Na sequência observa-se que as reflexões da gibbsita são bastante expressivas também nas amostras 4, 6, 23 e 27, e nas outras amostras, a intensidade é bastante reduzida. O mesmo se verifica para as reflexões correspondentes aos outros minerais presentes (VHE, goethita, anatásio e mica). A intensidade das reflexões reflete a proporção dos minerais na amostra. Na amostra número 14.1558, observou-se pequena expansão parcial na reflexão da VHE, no difratograma referente à amostra MG-saturada quando submetida à solvatação com etileno glicol, o que pode indicar também presença de esmectita, nesta amostra.

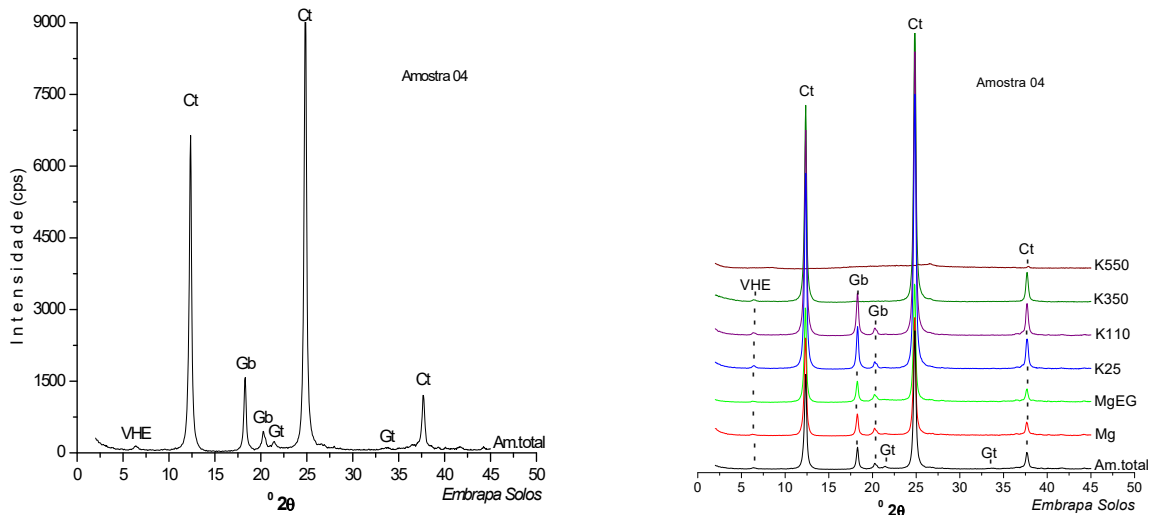
A VHE ocorre em todas as amostras, em proporções reduzidas, e sua presença é evidenciada por uma pequena

reflexão que persiste aos tratamentos aplicados, deixando de ser observada apenas na amostra aquecida a 550°C. A goethita ocorre em todas as amostras, e sua presença é evidenciada por uma pequena reflexão, observada apenas na amostra total. O anatásio também ocorre em quase todas as amostras, ainda que em proporções reduzidas principalmente nas amostras 13, 17 e 18. Suas reflexões são observadas apenas no difratograma da amostra aquecida a 550°C, onde as reflexões da caulinita não são mais observadas. Sua presença está mais evidente apenas nas amostras 23 e 27, onde estão assinaladas. A mica ocorre apenas nas amostras 23 e 27, onde é possível observar as suas reflexões diagnósticas, ainda que forma bastante reduzida.

A presença de mica foi considerada apenas nas amostras 14.1558 e 14.1560. Observa-se que os difratogramas são muito parecidos para todas as quatro amostras, variando apenas na intensidade das reflexões.

A goethita e o anatásio ocorrem em todas as amostras, em proporção bastante reduzida. A presença de goethita é observada somente no difratograma da amostra total. A mica ocorre apenas nas amostras 14.1558 e 14.1560 (Figuras 14 e 15), nas quais é possível observar as suas reflexões diagnósticas, ainda que forma bastante reduzida. Esta predominância relativa entre os minerais presentes bem como as ocorrências daqueles em proporções reduzidas podem ser observados nos difratogramas abaixo, através das reflexões diagnósticas de cada um.

Os resultados obtidos mostram coerência com os solos da região, conforme indicaram Schaeffer et al. (2008) em estudo de revisão dos solos oxidicos brasileiros.



4A. Difratoograma de raios-X da fração argila da amostra total.

4A. X-ray diffractogram of from the clay fraction of total sample.

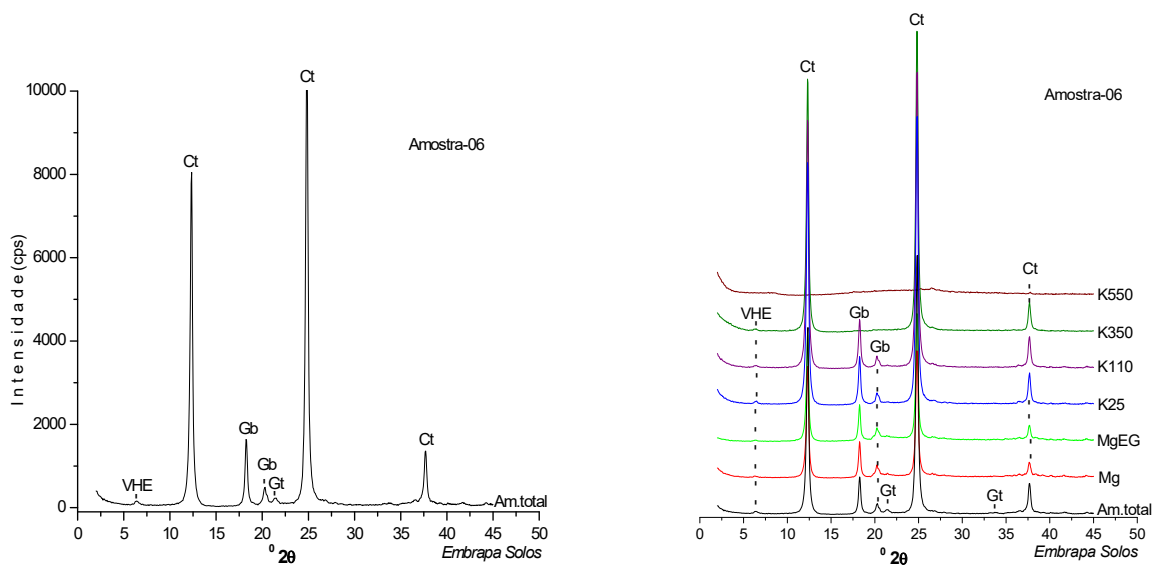
4B. Difratoogramas de raios-X da fração argila da amostra total e amostras submetidas aos tratamentos. Montagem orientada. Radiação Cu K α .

4B. X-ray diffractogram of clay fraction of the total sample and samples submitted to treatment. Assembly oriented. Radiation Cu K- α

VHE-vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Ct-caulinita; Gb-gibbsita; Gt-goethita. Minerais predominantes: caulinita e gibbsita. **Am. total** – amostra não tratada, **Mg** e **MgEG** – amostra desferrificada, saturada com magnésio e, posteriormente, solvatada com Etileno Glicol, com varreduras executadas em ambas as condições. **K25, K110, K350 e K550** – amostra desferrificada e saturada com potássio, com varreduras executadas à temperatura ambiente (25°C) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas.

Figura 4. Difratoogramas de Raios-X da amostra de camada Bw1 de Latossolo Vermelho Amarelo de Alta Floresta, MT. Gráfico: Embrapa Solos, 2015.

Figure 4. X-ray diffractogram of from the sample of Bw1 layer of Red Yellow Latosol of Alta Floresta, MT. Graphic: Embrapa Solos, 2015.



5A. Difratoograma de raios-X da fração argila da amostra total. 5A. X-ray diffractogram of from the clay fraction of total sample.

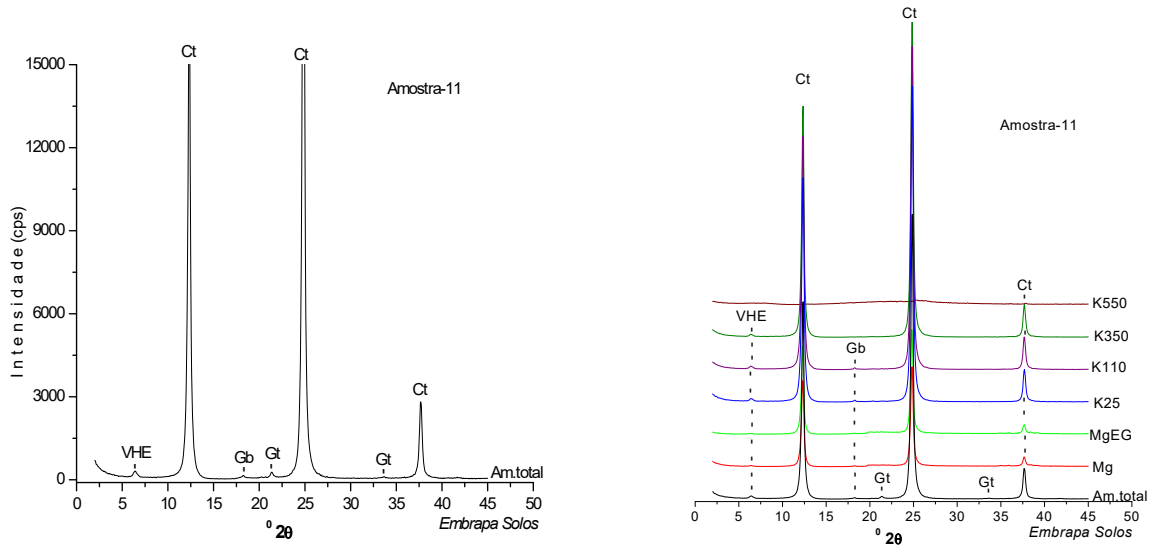
5B. Difratoogramas de raios-X da fração argila da amostra total e amostras submetidas aos tratamentos. Montagem orientada. Radiação Cu K α .

5B. X-ray diffractogram of clay fraction of the total sample and samples submitted to treatment. Assembly oriented. Radiation Cu K- α .

VHE-vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Ct-caulinita; Gb-gibbsita; Gt-goethita. Minerais predominantes: caulinita e gibbsita. **Am. total** – amostra não tratada, **Mg** e **MgEG** – amostra desferrificada, saturada com magnésio e, posteriormente, solvatada com Etileno Glicol, com varreduras executadas em ambas as condições. **K25, K110, K350 e K550** – amostra desferrificada e saturada com potássio, com varreduras executadas à temperatura ambiente (25°C) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas.

Figura 5. Difratoogramas de Raios-X da amostra de camada Bw3 de Latossolo Vermelho Amarelo de Alta Floresta, MT. Gráfico: Embrapa Solos, 2015.

Figure 5. X-ray diffractogram of from the sample of Bw3 layer of Red Yellow Latosol of Alta Floresta, MT. Graphic: Embrapa Solos, 2015.



6A. Difratoograma de raios-X da fração argila da amostra total.

6A. X-ray diffractogram of from the clay fraction of total sample.

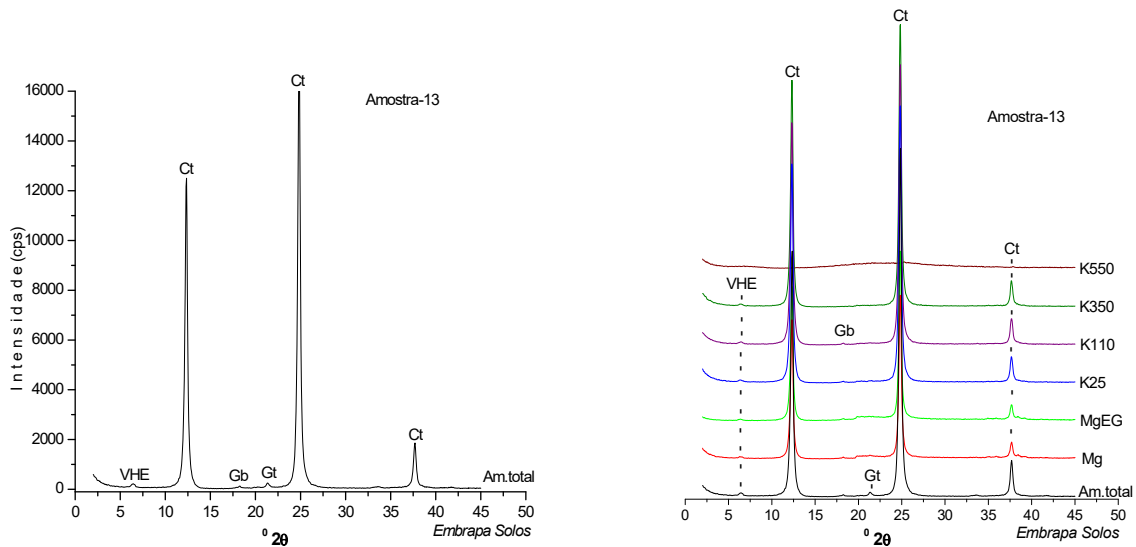
6B. Difratoogramas de raios-X da fração argila da amostra total e amostras submetidas aos tratamentos. Montagem orientada. Radiação Cu K- α .

6B. X-ray diffractogram of clay fraction of the total sample and samples submitted to treatment. Assembly oriented. Radiation Cu K- α .

VHE-vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Ct-caulinita; Gb-gibbsita; Gt-goethita. Minerais predominantes: caulinita e gibbsita. **Am. total** – amostra não tratada, **Mg** e **MgEG** – amostra desferrificada, saturada com magnésio e, posteriormente, solvatada com Etileno Glicol, com varreduras executadas em ambas as condições. **K25, K110, K350 e K550** – amostra desferrificada e saturada com potássio, com varreduras executadas à temperatura ambiente (25°C) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas.

Figura 6. Difratoogramas de Raios-X da amostra de camada Bw1 de Latossolo Vermelho Amarelo de Cotriguaçu, MT. Gráfico: Embrapa Solos, 2015.

Figure 6. X-ray diffractogram of from the sample of Bw1 layer of Red Yellow Latosol of Cotriguaçu, MT. Graphic: Embrapa Solos, 2015.



7A. Difratoograma de raios-X da fração argila da amostra total.

7A. X-ray diffractogram of from the clay fraction of total sample.

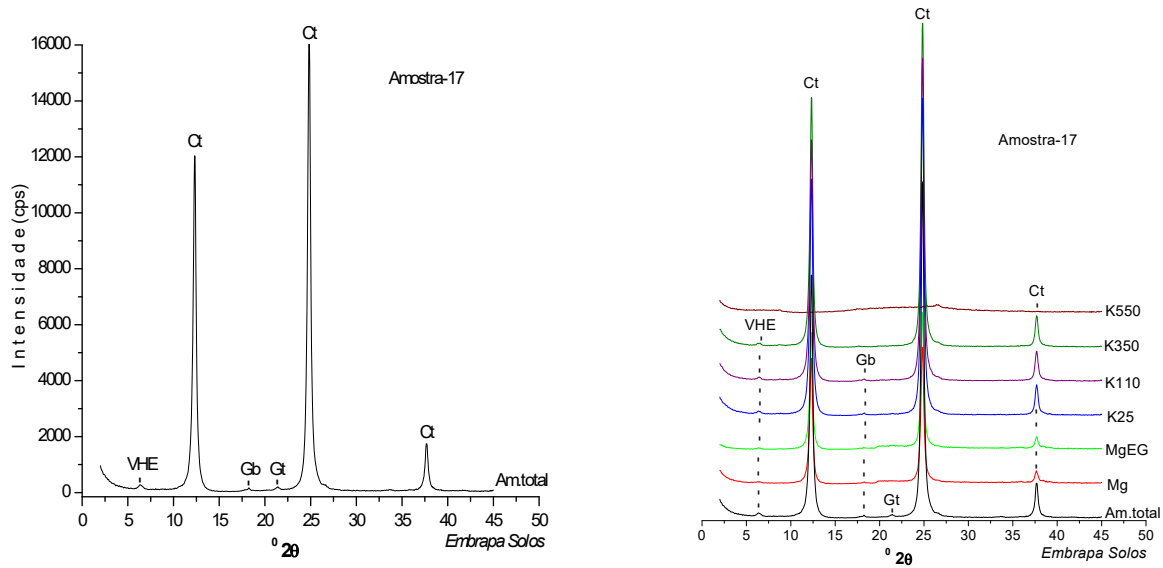
7B. Difratoogramas de raios-X da fração argila da amostra total e amostras submetidas aos tratamentos. Montagem orientada. Radiação Cu K- α .

7B. X-ray diffractogram of clay fraction of the total sample and samples submitted to treatment. Assembly oriented. Radiation Cu K- α .

VHE-vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Ct-caulinita; Gb-gibbsita; Gt-goethita. Minerais predominantes: caulinita e gibbsita. **Am. total** – amostra não tratada, **Mg** e **MgEG** – amostra desferrificada, saturada com magnésio e, posteriormente, solvatada com Etileno Glicol, com varreduras executadas em ambas as condições. **K25, K110, K350 e K550** – amostra desferrificada e saturada com potássio, com varreduras executadas à temperatura ambiente (25°C) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas.

Figura 7. Difratoogramas de Raios-X da amostra de camada Bw3 de Latossolo Vermelho Amarelo de Cotriguaçu, MT. Gráfico: Embrapa Solos, 2015.

Figure 7. X-ray diffractogram of from the sample of Bw3 layer of Red Yellow Latosol of Cotriguaçu, MT. Graphic: Embrapa Solos, 2015.



8A. Difratoograma de raios-X da fração argila da amostra total.

8A. X-ray diffractogram of from the clay fraction of total sample.

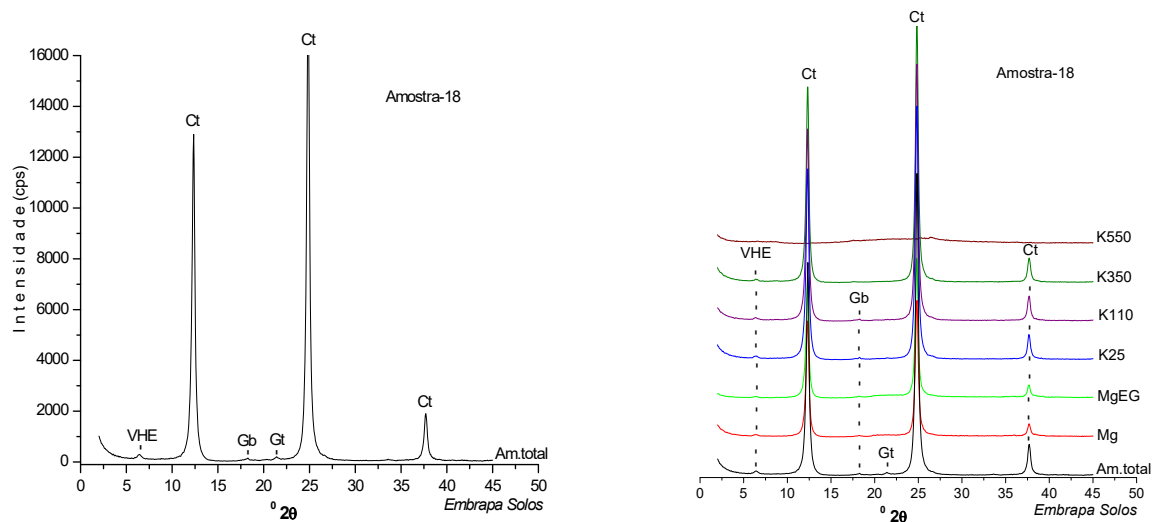
8B. Difratoogramas de raios-X da fração argila da amostra total e amostras submetidas aos tratamentos. Montagem orientada. Radiação Cu K- α .

8B. X-ray diffractogram of clay fraction of the total sample and samples submitted to treatment. Assembly oriented. Radiation Cu K- α .

VHE-vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Ct-caulinita; Gb-gibbsita; Gt-goethita. Minerais predominantes: caulinita e gibbsita. **Am. total** – amostra não tratada, **Mg** e **MgEG** – amostra desferrificada, saturada com magnésio e, posteriormente, solvatada com Etileno Glicol, com varreduras executadas em ambas as condições. **K25, K110, K350 e K550** – amostra desferrificada e saturada com potássio, com varreduras executadas à temperatura ambiente (25°C) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas.

Figura 8. Difratoogramas de Raios-X da amostra de camada Bt1 de Argissolo Vermelho Amarelo de Cotriguaçu, MT. Gráfico: Embrapa Solos, 2015.

Figure 8. X-ray diffractogram of from the sample of Bt1 layer of Red Yellow Argisol of Cotriguaçu, MT. Graphic: Embrapa Solos, 2015.



9A. Difratoograma de raios-X da fração argila da amostra total.

9A. X-ray diffractogram of from the clay fraction of total sample.

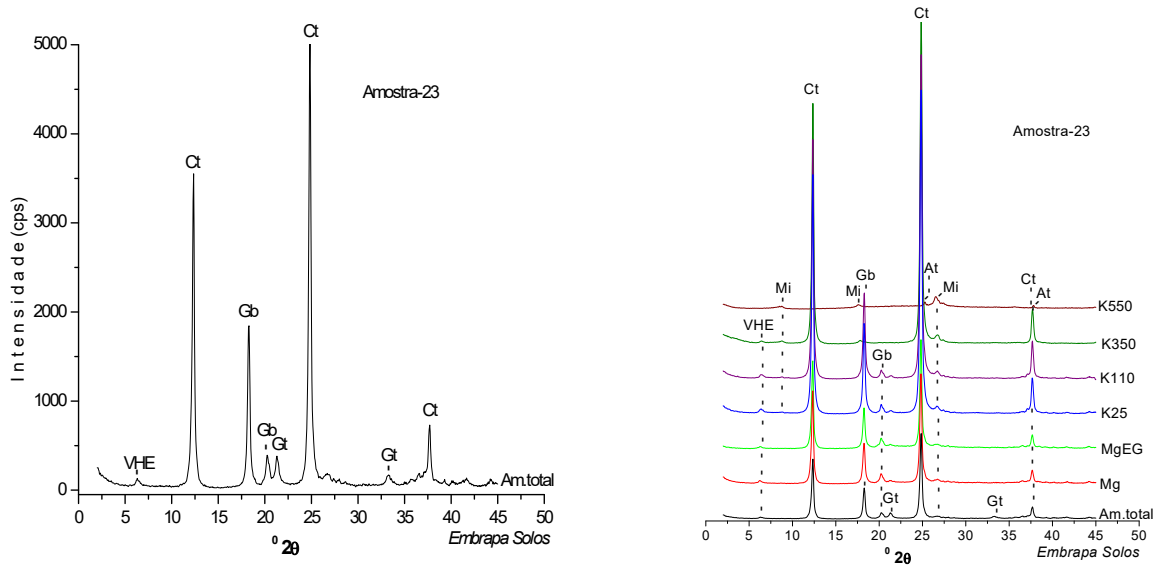
9B. Difratoogramas de raios-X da fração argila da amostra total e amostras submetidas aos tratamentos. Montagem orientada. Radiação Cu K- α .

9B. X-ray diffractogram of clay fraction of the total sample and samples submitted to treatment. Assembly oriented. Radiation Cu K- α .

VHE-vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Ct-caulinita; Gb-gibbsita; Gt-goethita. Minerais predominantes: caulinita e gibbsita. **Am. total** – amostra não tratada, **Mg** e **MgEG** – amostra desferrificada, saturada com magnésio e, posteriormente, solvatada com Etileno Glicol, com varreduras executadas em ambas as condições. **K25, K110, K350 e K550** – amostra desferrificada e saturada com potássio, com varreduras executadas à temperatura ambiente (25°C) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas.

Figura 9. Difratoogramas de Raios-X da amostra de camada Bt2 de Argissolo Vermelho Amarelo de Cotriguaçu, MT. Gráfico: Embrapa Solos, 2015.

Figure 9. X-ray diffractogram of from the sample of Bt2 layer of Red Yellow Argisol of Cotriguaçu, MT. Graphic: Embrapa Solos, 2015.



10A. Difratoograma de raios-X da fração argila da amostra total.

10A. X-ray diffractogram of from the clay fraction of total sample.

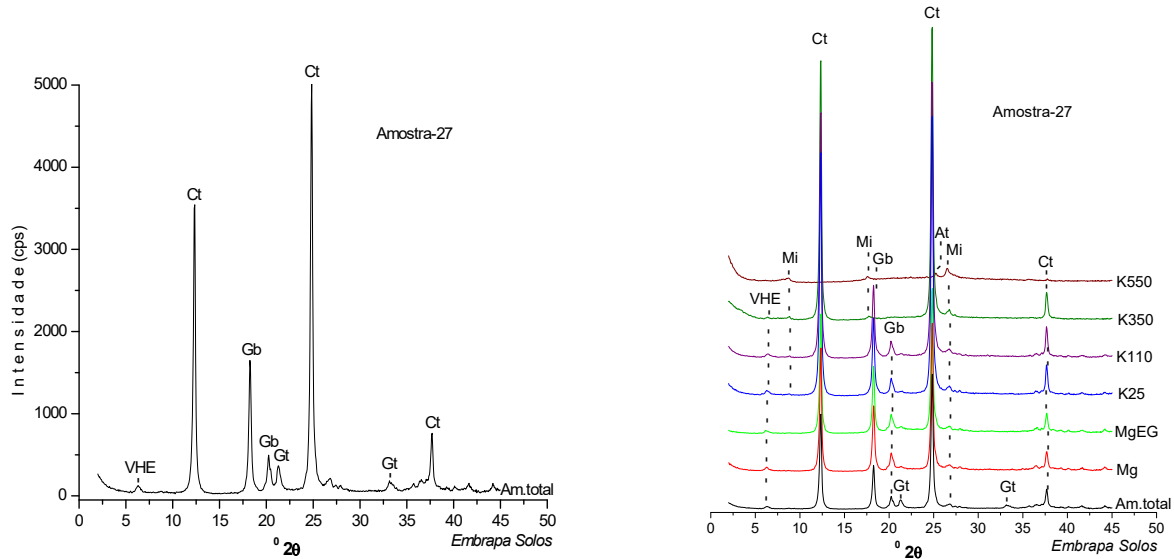
10B. Difratoogramas de raios-X da fração argila da amostra total e amostras submetidas aos tratamentos. Montagem orientada. Radiação Cu K- α .

10B. X-ray diffractogram of clay fraction of the total sample and samples submitted to treatment. Assembly oriented. Radiation Cu K- α .

VHE-vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Ct-caulinita; Gb-gibbsita; Gt-goethita. Minerais predominantes: caulinita e gibbsita. **Am. total** – amostra não tratada. **Mg** e **MgEG** – amostra desferrificada, saturada com magnésio e, posteriormente, solvatada com Etileno Glicol, com varreduras executadas em ambas as condições. **K25**, **K110**, **K350** e **K550** – amostra desferrificada e saturada com potássio, com varreduras executadas à temperatura ambiente (25°C) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas.

Figura 10. Difratoogramas de Raios-X da amostra de camada Bw1 de Latossolo Vermelho Amarelo de Itaúba, MT. Gráfico: Embrapa Solos, 2015.

Figure 10. X-ray diffractogram of from the sample of Bw1 layer of Red Yellow Latosol of Itaúba, MT. Graphic: Embrapa Solos, 2015.



11A. Difratoograma de raios-X da fração argila da amostra total.

11A. X-ray diffractogram of from the clay fraction of total sample.

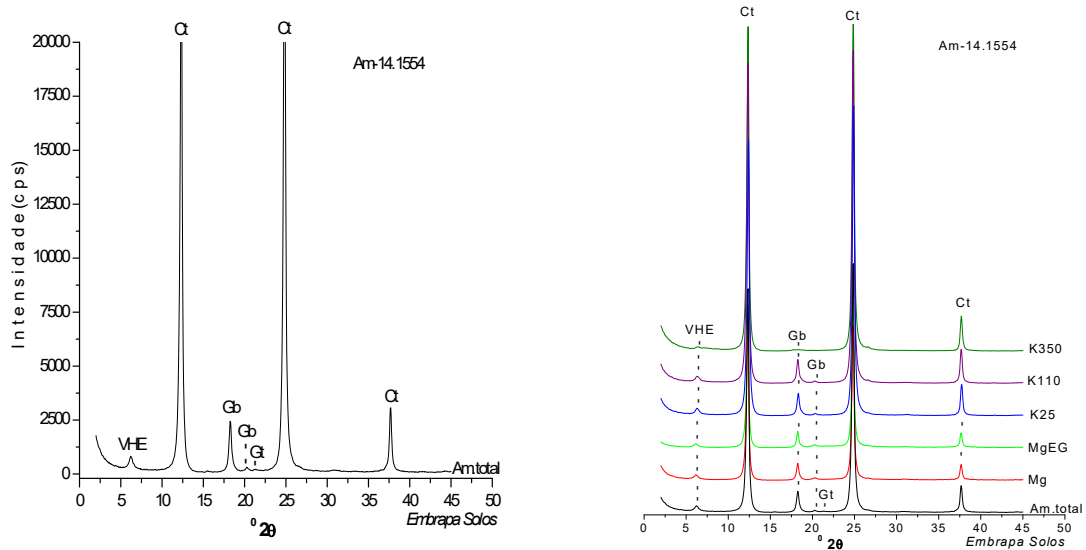
11B. Difratoogramas de raios-X da fração argila da amostra total e amostras submetidas aos tratamentos. Montagem orientada. Radiação Cu K- α .

11B. X-ray diffractogram of clay fraction of the total sample and samples submitted to treatment. Assembly oriented. Radiation Cu K- α .

VHE-vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Ct-caulinita; Gb-gibbsita; Gt-goethita. Minerais predominantes: caulinita e gibbsita. **Am. total** – amostra não tratada. **Mg** e **MgEG** – amostra desferrificada, saturada com magnésio e, posteriormente, solvatada com Etileno Glicol, com varreduras executadas em ambas as condições. **K25**, **K110**, **K350** e **K550** – amostra desferrificada e saturada com potássio, com varreduras executadas à temperatura ambiente (25°C) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas.

Figura 11. Difratoogramas de Raios-X da amostra de camada Bw5 de Latossolo Vermelho Amarelo de Itaúba, MT. Gráfico: Embrapa Solos, 2015.

Figure 11. X-ray diffractogram of from the sample of Bw5 layer of Red Yellow Latosol of Itaúba, MT. Graphic: Embrapa Solos, 2015.

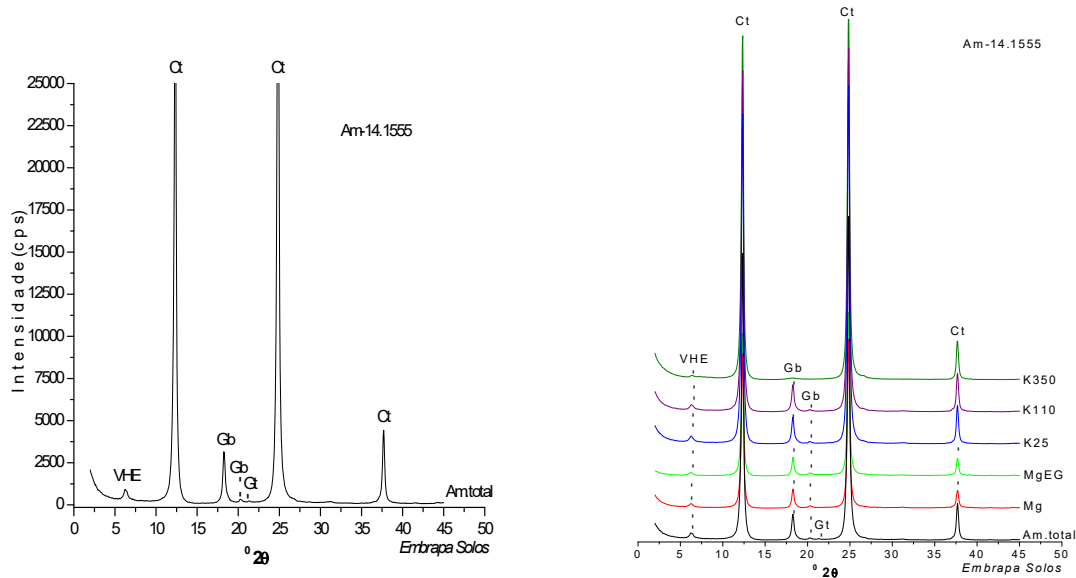


12A. Difratoograma de raios-X da fração argila da amostra total. 12A. X-ray diffractogram of from the clay fraction of total sample.
 12B. Difratoogramas de raios-X da fração argila da amostra total e amostras submetidas aos tratamentos. Montagem orientada. Radiação Cu K- α .
 12B. X-ray diffractogram of clay fraction of the total sample and samples submitted to treatment. Assembly oriented. Radiation Cu K- α .

VHE-vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Ct-caulinita; Gb-gibbsita; Gt-goethita. Minerais predominantes: caulinita e gibbsita. **Am. total** – amostra não tratada, **Mg** e **MgEG** – amostra desferrificada, saturada com magnésio e, posteriormente, solvatada com Etileno Glicol, com varreduras executadas em ambas as condições. **K25, K110, K350 e K550** – amostra desferrificada e saturada com potássio, com varreduras executadas à temperatura ambiente (25°C) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas.

Figura 12. Difratoogramas de Raios-X da amostra de camada Bt1 de perfil nº 1 de Argissolo Vermelho Amarelo, de Juína, MT. Gráfico: Embrapa Solos, 2015.
 Figure 12. X-ray diffractogram of from the sample of Bt1 layer of the profile nr. 1 of a Red Yellow Argisol of Juína, MT. Graphic: Embrapa Solos, 2015.

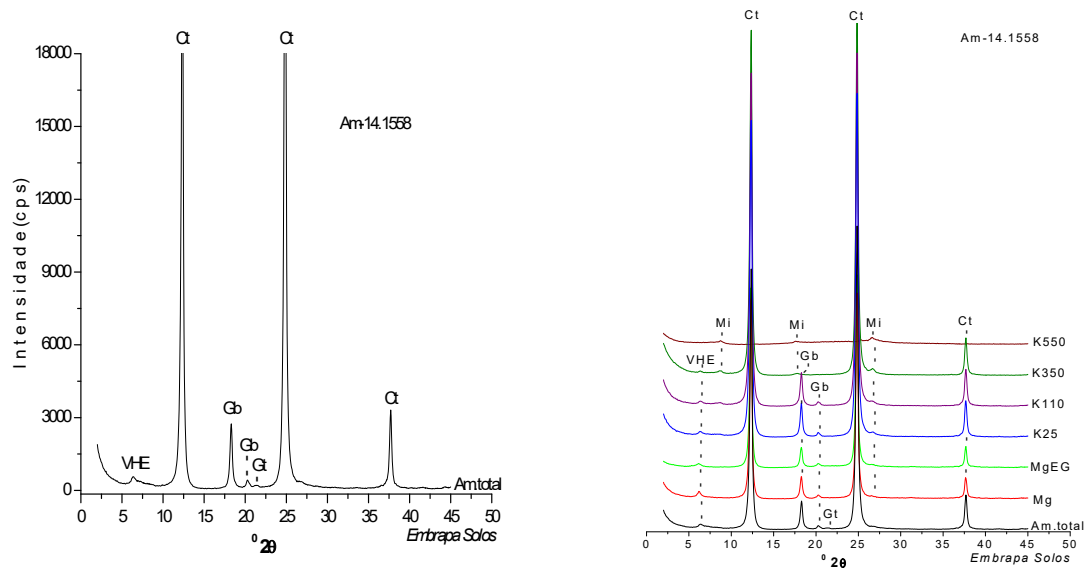
158



13A. Difratoograma de raios-X da fração argila da amostra total. 13A. X-ray diffractogram of from the clay fraction of total sample.
 13B. Difratoogramas de raios-X da fração argila da amostra total e amostras submetidas aos tratamentos. Montagem orientada. Radiação Cu K- α .
 13B. X-ray diffractogram of clay fraction of the total sample and samples submitted to treatment. Assembly oriented. Radiation Cu K- α .

VHE-vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Ct-caulinita; Gb-gibbsita; Gt-goethita. Minerais predominantes: caulinita e gibbsita. **Am. total** – amostra não tratada, **Mg** e **MgEG** – amostra desferrificada, saturada com magnésio e, posteriormente, solvatada com Etileno Glicol, com varreduras executadas em ambas as condições. **K25, K110, K350 e K550** – amostra desferrificada e saturada com potássio, com varreduras executadas à temperatura ambiente (25°C) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas.

Figura 13. Difratoogramas de Raios-X da amostra de camada Bt2 de perfil nº 1 de Argissolo Vermelho Amarelo, de Juína, MT. Gráfico: Embrapa Solos, 2015.
 Figure 13. X-ray diffractogram of from the sample of Bt2 layer of the profile nr. 1 of a Red Yellow Argisol of Juína, MT. Graphic: Embrapa Solos, 2015.



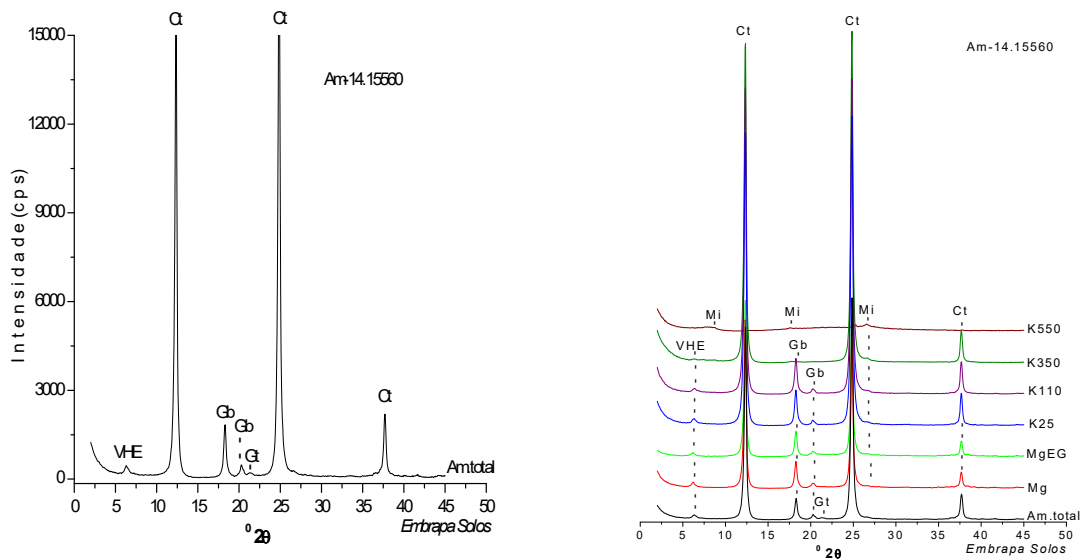
14A. Difratograma de raios-X da fração argila da amostra total. 14A. X-ray diffractogram of from the clay fraction of total sample.

14B. Difratogramas de raios-X da fração argila da amostra total e amostras submetidas aos tratamentos. Montagem orientada. Radiação Cu K- α .
14B. X-ray diffractogram of clay fraction of the total sample and samples submitted to treatment. Assembly oriented. Radiation Cu K- α .

VHE-vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Ct-caulinita; Gb-gibbsita; Gt-goethita. Minerais predominantes: caulinita e gibbsita. **Am. total** – amostra não tratada, **Mg** e **MgEG** – amostra desferrificada, saturada com magnésio e, posteriormente, solvatada com Etileno Glicol, com varreduras executadas em ambas as condições. **K25, K110, K350 e K550** – amostra desferrificada e saturada com potássio, com varreduras executadas à temperatura ambiente (25°C) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas.

Figura 14. Difratogramas de Raios-X da amostra de camada Bt1 de perfil nº 2 de Argissolo Vermelho Amarelo de Juína, MT. Gráfico: Embrapa Solos, 2015.

Figure 14. X-ray diffractogram of from the sample of Bt1 layer of the profile nr. 2 of a Red Yellow Argisol of Juína, MT. Graphic: Embrapa Solos, 2015.



15A. Difratograma de raios-X da fração argila da amostra total.15A. X-ray diffractogram of from the clay fraction of total sample.

15B. Difratogramas de raios-X da fração argila da amostra total e amostras submetidas aos tratamentos. Montagem orientada. Radiação Cu K- α .
15B. X-ray diffractogram of clay fraction of the total sample and samples submitted to treatment. Assembly oriented. Radiation Cu K- α .

VHE-vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Ct-caulinita; Gb-gibbsita; Gt-goethita. Minerais predominantes: caulinita e gibbsita. **Am. total** – amostra não tratada, **Mg** e **MgEG** – amostra desferrificada, saturada com magnésio e, posteriormente, solvatada com Etileno Glicol, com varreduras executadas em ambas as condições. **K25, K110, K350 e K550** – amostra desferrificada e saturada com potássio, com varreduras executadas à temperatura ambiente (25°C) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas.

Figura 15. Difratogramas de Raios-X da amostra de camada Bt3 de perfil nº 2 de Argissolo Vermelho Amarelo de Juína, MT. Gráfico: Embrapa Solos, 2015.

Figure 15. X-ray diffractogram of from the sample of Bt3 layer of the profile nr. 2 of a Red Yellow Argisol of Juína, MT. Graphic: Embrapa Solos, 2015.

Os resultados da mineralogia do solo indicam que a castanheira-do-brasil ocorre em solos silicosos, conforme já afirmara Muller et al. (1980). No presente estudo, os Latossolos e Argissolos identificados têm predomínio de argila caulinita, o que confere aos mesmos, um caráter silicoso. Solos da floresta amazônica normalmente se diferenciam de solos de Cerrados pelo predomínio da argila caulinita, uma vez que os solos de Cerrados são predominantemente oxidícos (óxidos de Fe e Al), conforme descrevem Álvarez et al. (1996).

A preferência ou ocorrência da castanheira-do-brasil por solos não oxidícos, comuns no Cerrado pode permitir inferir que a espécie não encontra no ambiente de Cerrados condições adequadas de solo e/ou clima que favoreça o desenvolvimento dos castanhais. Isso tem importância na definição de áreas de cultivo não nativo de castanhais comerciais. Clement (1994) indica o cultivo da espécie somente naquelas áreas em que ocorre naturalmente.

4. CONCLUSÕES

Os solos descritos sob as áreas de ocorrência de castanheira-do-brasil no estado de Mato Grosso são ácidos, de textura variando de arenosa a muito argilosa, de baixa fertilidade natural e, às vezes, com elevado teor de alumínio, entretanto, são solos cauliniticos ou cauliniticos-gibbsíticos, o que os diferenciam da maioria dos solos de cerrados;

São solos dos grandes grupos Argissolos Vermelho Amarelos distróficos e Latossolos Vermelho Amarelos distróficos de relevo plano a ondulado predominam entre os solos nas áreas de ocorrência de castanheira-do-brasil no norte de Mato Grosso;

A presença de elevada saturação por alumínio tóxico em amostras da superfície de solos sob as áreas de ocorrência de castanheira-do-brasil, indicam que o crescimento e desenvolvimento da espécie não são afetados por este atributo químicos do solo;

A castanheira-do-brasil não foi observada em condição de solo com lençol freático pouco profundo, ainda que tenha sido constatada ocorrência da espécie em uma área com solo pouco profundo não encharcado;

Os valores Ki dos horizontes diagnósticos dos solos estudados foram inferiores a 2,2 indicando serem solos bem intemperizados.

5. REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa: UFV-DPS, 1996. 930 p.

BRANCO, P. M. **Dicionário de Mineralogia**. 3. ed. Porto Alegre: Sagra, 1987. 362 p.

CALDERANO, S. B.; DUARTE, M. N.; GREGORIS, G. **Análise mineralógica das frações finas do solo por difratometria de raios-X**: revisão e atualização da metodologia e critérios usados na Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. (Comunicado Técnico, 53).

CLEMENT, C. R. Brazil nut. In: CLAY, J. W.; CLEMENT, C. R. (Org.). **Selected species and strategies to enhance income generation from Amazonian forests**. FAO: Roma. 1993. p.115-127.

COSTA, M. G.; TONINI, H.; MENDES FILHO, P. Atributos do solo relacionados com a produção da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*). **Floresta e Ambiente**,

Seropédica, v. 24, n. 10, p. e20150042, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.004215>

DONAGEMMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J.H.M. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Documentos, 132).

EMBRAPA EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. rev. e aum. Brasília: EMBRAPA, 2013, 353 p.

ICDD INTERNATIONAL CENTRE FOR DIFFRACTION DATA. **ICDD Product Brochures and Flyers**. 2016. Disponível em: <<http://www.icdd.com/products/pdf4-minerals.htm>>. Acesso em: 07 de outubro de 2016.

KLUCZKOVSKI, A. M.; MARTINS, M.; MUNDIM, S. M.; SIMÕES, R. H.; NASCIMENTO, K. S.; MARINHO, H. A.; KLUCZKOVSKI JUNIOR, A. Properties of Brazil nuts: a review. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 14, n. 8, p. 642-648, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.5897/AJB2014.14184>

LIMA, H. N.; MELLO, J. W. V.; SCHAEFER, C. E. G. R.; KER, J. C.; LIMA, A. M. N. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 59-68, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000100007>

MEHRA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: NATIONAL CONFERENCE ON CLAYS AND CLAY MINERALS, 7. **Anais...** New York: Pergamon Press, 1960. p.317-327.

MULLER, C. H.; RODRIGUES, I. A.; MULLER, A. A.; MULLER, N. R. M. **Castanha-do-brasil**: resultados de pesquisa. Belém: Embrapa/CPATU, 1980. 25 p. (Miscelânea, 2).

MUNSELL, A. H. **MUNSELL soil color charts**. New York: New Windsor, 1994. 29 p.

SALOMÃO, R. P.; ROSA, N. A.; CASTILHO, A.; MORAIS, K. A. C. Castanheira-do-Brasil recuperando áreas degradadas e provendo alimento e renda para comunidades de Amazônia Setentrional. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 2, p. 65-78. 2006.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. rev. e aum. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/SNLCS, 2013. 100 p.

SCHAEFER, C. E. G. R.; FABRIS, J. D.; KER, J. C. Minerals in the clay fraction of Brazilian Latosols (Oxisols): A review. **Clay Minerals**, McLean, v. 43, n. 1, p. 137-154, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1180/claymin.2008.043.1.11>

SCOLES, R.; GRIBEL, R; KLEIN, G.N. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em diferentes condições ambientais na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**. Belém, v.6, n.3, p.273-293. 2011.

SEPLAN/MT SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL/GOVERNO DO ESTADO DO MATO GROSSO. **Atlas de Mato Grosso**. Cuiabá: Entrelinhas, 2011. 96 p.

- SILVA, F. C. (ed.). **Manual de análises químicas, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. aum. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- WADT, L. H. O.; SOUZA, J. M. L. Características da espécie e relações com o ambiente. In: SOUZA, J. M. L.; CARTAXO, C. M. B. C. C.; LEITE, F. M. N.; SANTOS, J. C. dos; WADT, L. H. de O.; GONÇALVES, L. de M. P. B.; MAUÉS, M. M.; ÁLVARES, V. de S. **Árvore do conhecimento**: Castanha do Brasil. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/castanha-do-brasil/arvore/CONT000fzfy7i8602wx5ok0cpoo6a08db1xh.html>>. Acesso em 18 de outubro de 2016.