

QUANTIFICAÇÃO DE ÓXIDOS DE FERRO, ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DOS SOLOS EM DIFERENTES ECOSSISTEMAS DO ESTADO DO AMAPÁ

Evelly Amanda Bernardo de Sousa

Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodiversidade e Florestas, Santarém - Pará

Iolanda Maria Soares Reis

Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodiversidade e Florestas, Santarém - Pará

Nagib Jorge Melém Júnior

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Macapá - Amapá

Laércio Santos Silva

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal – São Paulo

Ivanildo Amorim de Oliveira

Instituto Federal do Pará, Breves - Pará

Ludmila de Freitas

Instituto Federal do Pará, Breves - Pará

RESUMO: Estudos detalhados e atualizados sobre os atributos, químicos, físicos e mineralógicos dos solos são necessários para viabilizar o desenvolvimento da região, facilitam o monitoramento em áreas de preservação, além de possibilitar o uso eficiente e ambientalmente adequado do solo. Neste sentido, o objetivo neste trabalho foi avaliar os atributos químicos e físicos do solo em diferentes ecossistemas do estado do Amapá. As amostras de solo foram coletadas em diferentes ecossistemas, em cada local de coleta foi delimitada uma área

de 30 m x 30 m (900 m²), na profundidade de 0-0,20 m, com cinco amostras simples (em caminhamento zig zag), homogeneizadas, para formar uma amostra composta. Foram analisadas 15 amostras de solo, sendo elas pertencentes aos municípios de Calçoene e Oiapoque, distribuídas nos ecossistemas de floresta primária, floresta secundária, pastagem, cerrado e em antiga área de exploração mineral. O solo foi seco ao ar e peneirado a 2,0 mm, em seguida foram realizadas as análises físicas e químicas. Os solos estudados apresentaram-se predominantemente ácidos de baixa fertilidade, com fração textural franco-arenosa de textura média na camada superficial. Quanto a presença de óxidos de ferro, os solos são em sua maioria classificados como hipoférricos, a diferença encontrada nos valores de óxidos de ferro por ecossistema sofre influência das condições climáticas, pedogênicas e manejo do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Atributos do solo, Fertilidade do solo; Solos Amazônicos.

ABSTRACT: Detailed and up-to-date studies of the soil's chemical, physical and mineralogical attributes are necessary to enable the development of the region, facilitate monitoring in preservation areas, and enable efficient and environmentally adequate soil use. In this sense, the objective in this work was to evaluate

the chemical and physical attributes of the soil in different ecosystems of the state of Amapá. Soil samples were collected in different ecosystems. At each collection site, an area of 30 mx 30 m (900 m²) was delimited, at a depth of 0-0.20 m, with five simple samples (zig zag walking), homogenized, to form a composite sample. A total of 15 soil samples were analyzed. They belong to the municipalities of Calçoene and Oiapoque, distributed in primary forest ecosystems, secondary forest, pasture, cerrado and former mineral exploration area. The soil was air-dried and sieved at 2.0 mm, followed by physical and chemical analyzes. The soils studied were predominantly low fertility acids, with a sandy-textured textural fraction of average texture in the surface layer. As for the presence of iron oxides, the soils are mostly classified as hypoferric, the difference found in iron oxides values by ecosystem is influenced by climatic, pedogenic and soil conditions.

KEYWORDS: Soil attributes, Soil fertility; Amazonian Soils.

1 | INTRODUÇÃO

A Amazônia é um bioma que representa cerca de 30% de todas as florestas tropicais remanescentes do mundo (SFB, 2010). A sua grande riqueza de espaços ecológicos representativos, leva a generalizações descritivas sobre seus ecossistemas, gerando negligências relacionadas a esses espaços o que interferem no correto planejamento regional (CHAGAS et al., 2016).

Devido sua extensão territorial, diversidade biológica e dificuldade de acesso às áreas de coleta, o estado do Amapá ainda depende de estudos direcionados, importantes para a organização territorial, ambiental, para o desenvolvimento da região e implementação de áreas de preservação, sendo fundamental para melhor entendimento científico de suas características (CHAGAS et al., 2016).

O conhecimento acerca dos atributos do solo é imprescindível para programas de adubação e correção do solo, seleção de espécies mais adaptadas a determinado local (MELÉM JÚNIOR et al., 2006), além de permitir um uso eficiente e ambientalmente adequado deste recurso (SILVA NETO et al., 2008).

Estudos nesse sentido favorecem o desenvolvimento de uma região, sendo fundamental para a consolidação de alternativas viáveis para o uso adequado do solo (FREITAS et al., 2015).

Para um correto uso do solo é necessário conhecer as interações baseadas na relação de indicadores físicos, químicos, mineralógicos e biológicos do solo.

Dentre os fatores que caracterizam o solo, os minerais de óxidos de ferro são considerados indicadores pedoambientais sensíveis, porque estão intrinsicamente relacionados com propriedades influenciadas pelo ambiente e manejo como temperatura, umidade, teor de matéria orgânica, pH, entre outros (SILVA NETO et al., 2008).

Assim o objetivo neste trabalho foi avaliar os óxidos de ferro e atributos químicos

e físicos do solo em diferentes ecossistemas do estado do Amapá.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no estado do Amapá, situado na porção setentrional do Brasil, com uma área de aproximadamente 143.453,70 km², e cobertura vegetal diversificada com quatro tipos distintos, sendo eles: floresta densa tropical, formação pioneira, cerrados e floresta de transição (MELÉM JUNIOR et al., 2008).

O clima da região é equatorial quente e úmido, cuja temperatura média anual é de 26 °C e precipitação anual de 2.700 mm, os solos dessa região, geralmente, são ácidos e de baixa fertilidade, representados principalmente por Latossolos, Argissolos e Gleissolos (MELÉM JUNIOR et al., 2008).

Amostragem de solo

Para as amostras de solo, foi delimitada uma área de 30 m x 30 m (900 m²), sendo coletadas na profundidade de 0-0,20 m, cinco amostras simples (em caminhamento zig zag), homogeneizadas, para formar uma amostra composta.

Foram analisadas 15 amostras de solo sendo elas pertencentes aos municípios de Calçoene e Oiaipoque, sendo três amostras em ecossistema de floresta primária, três em floresta secundária, três em pastagem, três em uma antiga área de exploração de ouro e três de cerrado (Figura 1).

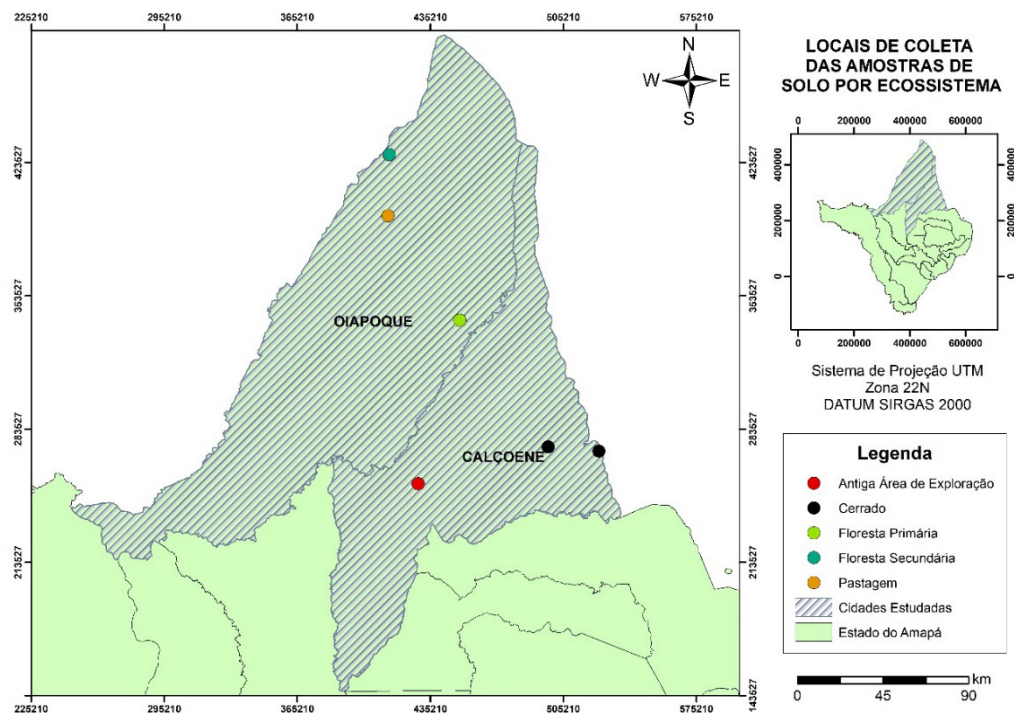


Figura 1. Mapa dos locais de coleta de solo por ecossistema.

Análises químicas e físicas

O solo foi seco ao ar para obtenção de TFSA (Terra Fina Seca ao Ar) e peneirado a 2,0 mm de abertura de malha, para determinação de análises granulométricas, químicas e mineralógicas, de acordo com Manual de Análises de Solo e Planta (EMBRAPA, 2009), o teor de óxidos de ferro foi determinado pelo método do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC, 1986), para os cálculos obteve-se a média da curva-padrão de 0,3212, a partir de então foi realizado o cálculo da quantidade de Fe total.

$$FC = (2,5 \times 1,5 \times 1,42) / m$$

$$\% \text{ Fe} = \text{Absorbância} \times FC$$

onde:

FC = fator de correção

m = média da curva obtida da absorbância dos padrões de ferro 1, 2, 3, 4 e 5 ml de ferro.

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva básica, e para a correlação de Pearson foram adicionados apenas valores das correlações de forte a muito forte, ou seja, aquelas entre 0,7 e 1 (MUKAKA, 2012).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de óxidos de ferro variou de 18,2 g kg⁻¹ a 16,98 g kg⁻¹ (Tabela 1), considerando esses valores em g/kg, tem-se que dez das quinze amostras estudadas apresentaram teor de ferro abaixo de 80 g kg⁻¹, designando um caráter hipoférrico, ou seja, solos com baixos teores de óxidos de ferro. As demais amostras apresentaram valores acima variando entre 80 g kg⁻¹ e 180 g kg⁻¹, sendo classificadas como mesoférricos, ou seja, valores intermediários de óxidos de ferro no solo (SANTOS et al., 2018).

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
% Fe Total	6,49	4,77	1,82	16,98
pH	5,18	0,24	4,9	5,8
Matéria Orgânica	22,92	8,97	9,48	32,76
P (mg/dm ³)	1,13	0,35	1	2
K (cmolc/dm ³)	0,02	0,01	0,01	0,05
Ca + Mg (cmolc/dm ³)	0,59	0,62	0,1	2,3
Al (cmolc/dm ³)	0,72	0,48	0,1	1,5
H + Al (cmolc/dm ³)	6,07	2,08	2,4	8,5
SB (cmolc/dm ³)	0,59	0,61	0,1	2,3
CTC pH7 (cmolc/dm ³)	6,67	2,37	2,6	9,3
Saturação de Bases (%)	8,07	6,23	3	25
Saturação de Alumínio (%)	56,67	30,74	4	88
Areia Total (g/kg)	494,27	170,63	154	742

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Silte (g/kg)	296,93	203,44	44	729
Argila (g/kg)	208,8	118,88	27	414

Tabela 1. Estatística descritiva de atributos químicos, físicos e óxidos de ferro de solos estudados.

Ferro (Fe); fósforo (P); potássio (K); cálcio (Ca); magnésio (Mg); alumínio (Al); hidrogênio (H); soma de bases (SB); capacidade de troca de cátions (CTC).

As amostras coletadas apresentaram-se como sendo solos ácidos, semelhante ao ocorrido nos trabalhos de Paye et al. (2010), indicando tal condição como favorecedora de solubilização e mobilização de nutrientes e metais pesados na solução do solo. Os baixos valores de P, K, e da relação Ca+Mg podem ser atribuídos a essa acidez, fator que promove a diminuição desses nutrientes no solo (WENDLING, 2012).

Os teores de matéria orgânica encontrados, estão relacionados a condição climática mais quente da região e com altos índices de chuva, o que acelera a decomposição da matéria orgânica no solo, (ALMEIDA et al., 2003; BARBIERI et al., 2013), além da rápida decomposição influenciada pela boa drenagem desses solos (NASCIMENTO et al., 2010).

Os resultados encontrados de CTC e Al foram semelhantes aos de Souza Junior et al. (2010), que atribuíram esses valores a condições pedogenéticas, a formação do solo e material de origem, demonstrando intensidade de intemperismo nas amostras estudadas.

Todas as amostras apresentaram valores de saturação por bases (V%) inferiores a 50 %, sendo, portanto, considerados como solos distróficos um indicativo de solos de baixa fertilidade (EMBRAPA, 2010), a baixa saturação por base é um fator também influenciado pela acidez do solo (WENDLING, 2012) que aliada a altos valores de alumínio e CTC demonstram intenso processo de lixiviação ocorrido nesses solos (ALMEIDA et al., 2000).

Os teores médios de saturação por alumínio, argila e silte, corroboram com os encontrados por Almeida et al. (2000), ao estudar a mineralogia de solos vermelhos no planalto de Lages Santa Catarina, que relacionou esses resultados aos efeitos do intemperismo, e associou aos baixos valores de saturação por bases

Os teores médios de areia, silte e argila foram semelhantes aos encontrados por Cândido et al. (2014), onde afirma que os valores de argila, influenciam na maior resistência a perda de solo e água. E a fração textural predominante, encontrada nas amostras foi a franco-arenosa e com textura média, levando em consideração os critérios adotados em Santos et al. (2018).

Ao correlacionar os atributos químicos e físicos (Tabela 2), pode-se observar correlação não significativa entre grande parte dos elementos. A correlação positiva entre os atributos Ca+Mg e soma de bases, saturação por bases, de Al com saturação por alumínio, H+Al com CTC, são correlações já esperadas, uma vez que estão

associadas. Assim como a correlação negativa entre saturação por alumínio e saturação por bases.

Observou-se que os óxidos de ferro apresentaram correlação negativa com a saturação por alumínio, no entanto apresentou correlação positiva e altamente significativa com a soma de bases, V% e Ca e Mg. Solos com menores teores de óxidos de ferro, tendem a liberar mais alumínio, aumentando a saturação por alumínio (Lopes e Guilherme (2004)).

	Fe Total	pH	MO	P	K	Ca + Mg	Al	H + Al	SB	CTC pH7	V	m	Argila	Areia Total
	%		g/kg	mg/dm ³	-----cmolc/dm ³ -----						----%--		-----g/kg---	
pH	ns													
MO (g/kg)	ns	ns												
P (mg/dm ³)	ns	ns	ns											
K (cmolc/dm ³)	ns	ns	0,72	ns										
Ca + Mg (cmolc/dm ³)	0,85	ns	ns	0,86	ns									
Al (cmolc/dm ³)	ns	ns	ns	ns	ns	ns								
H + Al (cmolc/dm ³)	ns	ns	0,94	ns	ns	ns	ns							
SB (cmolc/dm ³)	0,85	ns	ns	0,86	ns	0,99	ns	ns						
CTC pH7 (cmolc/dm ³)	ns	ns	0,97	ns	ns	ns	ns	0,97	Ns					
V (%)	0,75	ns	ns	0,81	ns	0,94	-0,8	ns	0,93	ns				
m (%)	-0,77	ns	ns	ns	ns	ns	0,85	ns	0,8	ns	-0,9			
Argila (g/kg)	0,71	ns	0,8	ns	ns	-0,81	ns	ns	Ns	ns	Ns	ns		
Areia Total (g/kg)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	Ns	ns	-0,81	
Silte (g/kg)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	Ns	ns	ns	ns

Tabela 2. Matriz de correlação simples entre os atributos químicos e físicos do solo.

Ferro total (Fe), Matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%), saturação do alumínio (m%), significativos a 0,05% de probabilidade.

De maneira geral todos os ecossistemas apresentaram altos valores de saturação por alumínio (Figura 2), nestes ambientes os solos apresentaram caráter aluminico de acordo com Santos et al. (2018), podendo causar toxidez por Al as plantas, e os altos valores de CTC observado são devido ao Al, e os baixos valores de saturação por bases (V%) nos solos de floresta primária e secundária, estão relacionados aos baixos valores de Ca e Mg e a elevada acidez potencial (YADA et al., 2015).

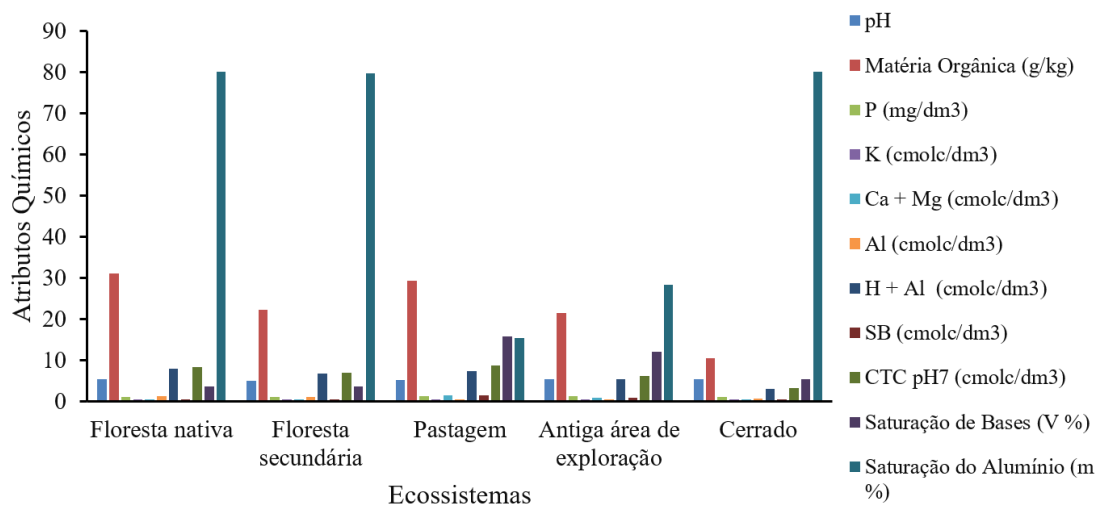


Figura 2. Atributos químicos por ecossistema.

O baixo teor de matéria orgânica foi semelhante ao encontrado por Yada et al. (2015), ao estudar solos degradados por mineração na Amazônia, que atribuiu tal característica ao processo de remoção da cobertura natural, principalmente em solos como os de pastagem, floresta secundária e área de exploração, cuja vegetação ainda não possui total capacidade de recuperação. As maiores concentrações de matéria orgânica foram encontradas nas regiões de floresta primária. Isto demonstra a importância desse ecossistema para a manutenção da qualidade dos solos (AMARAL et al., 2010).

Novais et al. (2007) e Santos et al. (2014) citam os valores de matéria orgânica dos solos, pastagem e antiga área de exploração mineral, como sendo característicos de áreas degradadas, que vem passando por estabelecimento de plantas invasoras, incremento de produção e deposição de material vegetal nesses locais. Segundo Silva Neto et al. (2011), as pastagens possuem a capacidade de depositar material orgânico ao solo, recuperando a matéria orgânica a níveis semelhantes ao da mata nativa.

O solo de cerrado apesar de não ser antropizado, apresenta características peculiares quanto a sua vegetação, a qual apresenta -se menos densa, conferindo a esse ecossistema menores teores de matéria orgânica.

Os elementos Ca, Mg, K, e P, atingiram teores baixos, devido a lixiviação desses elementos e a pouca diferença dos elementos por ecossistemas deve-se a diferença na cobertura vegetal de cada área, além de características de formação desse solo (YADA et al., 2015).

A saturação por bases (V%) foi maior na pastagem e antiga área de exploração, Silva Neto et al. (2011) atribuem essa diferença do solo de pastagem a processos de correção do solo, com isso nota-se um aumento nos teores de Ca e Mg e uma redução nos teores de Al trocável, o que favorece boas condições de desenvolvimento das plantas (SANTOS et al., 2014).

Com base na análise da granulometria, pode-se observar que os solos estudados são predominantemente arenosos na camada superficial (Figura 3), tal característica

atribui a esses solos maior capacidade de infiltração da água das chuvas devido a sua boa drenagem e aeração, maior resistência a compactação, com isso são mais propensos a processos erosivos, e possuem maior potencial de perdas de nutrientes (LIMA e VAZ, 2014).

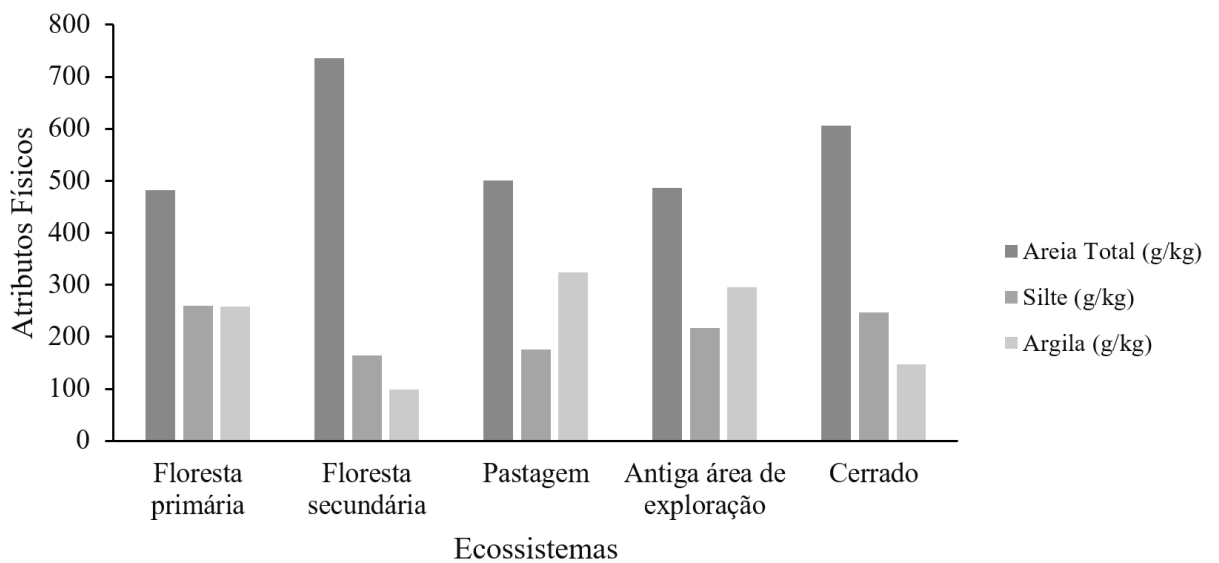


Figura 3. Atributos físicos por ecossistema.

Os ecossistemas de antiga área de exploração e pastagem apresentaram valores mais baixos de areia e mais elevados de argila, no caso da pastagem Lima e Vaz (2014), indicam que essa característica se deve aos processos utilizados no manejo desse solo, pois a característica mais marcante desses solos é de serem mais frágeis e propensos a degradação. Mas é importante ressaltar que a área foi revolvida durante o processo de exploração.

Quanto ao teor de óxidos de ferro (Figura 4), os valores encontrados nos diferentes ecossistemas, corroboraram com os encontrados por Silva Neto et al. (2008) ao estudar óxidos de ferro em Latossolos tropicais brasileiros, que relaciona esses teores, principalmente, ao processo de formação desses solos a partir da rocha matriz, indicativo de intemperismo avançado e semelhança entre os solos estudados.

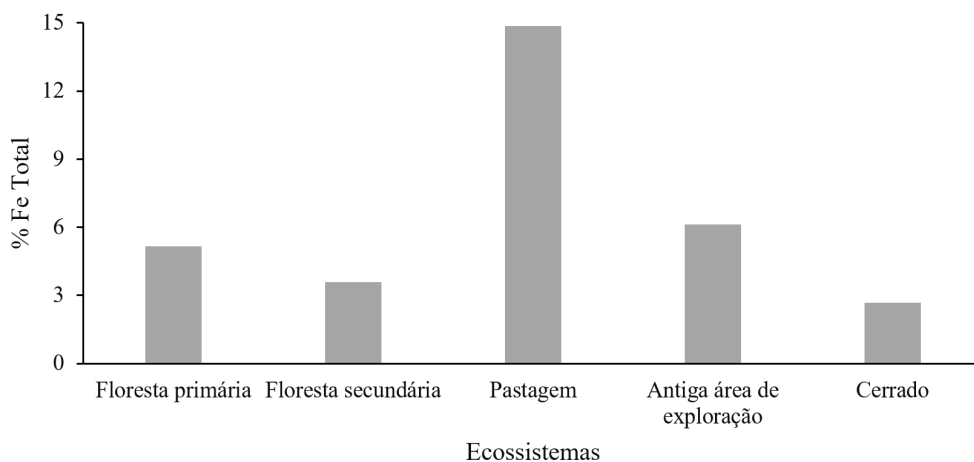


Figura 4. Percentual médio de Óxidos de Ferro por ecossistema.

A variabilidade dos teores de óxidos de ferro pode ser associada ao material de origem dos solos (DALMOLIN et al., 2005), a condições meteorológicas, como chuva, onde solos mais expostos a essa condição tendem a reduzir os teores de óxidos de ferro e a matéria orgânica que pode atuar de forma a mascarar esses teores (SILVA NETO et al., 2008).

Dentre os ecossistemas, os maiores índices de óxidos de Fe foram observados na pastagem com média de 14,87 %, seguido da antiga área de exploração com 6,13 %, Bigham et al. (2002), indicam que esses níveis mais elevados estão relacionados as alterações causadas no ambiente, sejam elas naturais ou antrópicas como no manejo do solo.

4 | CONCLUSÕES

Os solos dos ecossistemas estudados apresentaram-se como predominantemente ácidos de baixa fertilidade, com fração textural franco-arenosa de textura média na camada superficial. Quanto à presença de óxidos de ferro, os solos em sua maioria são classificados como hipoférricos. A diferença encontrada nos valores de óxidos de ferro por ecossistema sofre influência, principalmente por meio de condições climáticas, pedogênicas e manejo do solo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A.; MACANEIRO, K. C.; KLAMT, E. **Mineralogia da fração argila de solos vermelhos com horizontes superficiais brunados do Planalto de Lages (SC)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 24, n. 4, p. 815-828, 2000.

ALMEIDA, J.; TORRENT, J.; BARRÓN, V. **Cor de solo, formas do fósforo e adsorção de fosfatos em latossolos desenvolvidos de basalto do extremo-Sul do Brasil**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 27, n. 6, p. 985-1002, 2003.

AMARAL, E. F.; LANI, J. L.; BARDALES, N. G.; ARAÚJO, E. A. **Caracterização da matéria orgânica e mineralogia dos solos das bacias dos rios Acre e Iaco, Estado do Acre**. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do solo. Minas Gerais, 2010, Minas Gerais. Anais... Uberlândia, Minas Gerais, 2010.

BARBIERI, D. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; SCALA, J. R. N. L.; SIQUEIRA, D. S.; PANOSSO, A. R. **Comportamento dos óxidos de ferro na fração argila e do fósforo adsorvido, em diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 37, n. 6, p. 1557-1568, 2013.

BIGHAM, J. M.; FITZPATRICK, R. W.; SCHULZE, D. 2002. **Iron oxides**. In: Dixon, J.B.; Schulze, D.G., eds. Soil mineralogy with environmental applications. Soil Science Society of America Book Series, Madison, WI, USA. p. 323–366, 2002.

CÂNDIDO, B. M.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; BATISTA, P. V. G. **Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na bacia do rio Paraná, no leste do mato grosso do sul**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 38, n. 5, p.1565-1575, 2014.

CHAGAS, M. A. A.; FILOCREÃO, A. S. M.; RABELO, B. V.; FERNANDES, A. V. **A articulação entre o Complexo Verde de Ab'Saber e o Complexo Urbano de Becker como desafio do desenvolvimento regional: Amapá como um caso amazônico.** Revista Brasileira de Pós-Graduação. v. 13, n. 32, p. 829 – 860, 2016.

DALMOLIN, R. S. D.; GONÇALVES, C. N.; KLAMT, E.; DICK, D. P. **Relação entre os constituintes do solo e seu comportamento espectral.** Ciência Rural. v. 35, n. 2, p. 481-489, mar./abr. 2005.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** Embrapa. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. 1. ed. versão digital. p. 09-10, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31004/1/BPD-8.pdf>> Acesso em: 24 de ago. 2017.

FREITAS, L.; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, V. M. R. **Atributos químicos de latossolo vermelho submetido a diferentes manejos.** Floresta, Curitiba. v. 45, n. 2, p. 229-240, abr./jun. 2015.

LIMA, J. Z.; VAZ, C. M. P. **Avaliação de propriedades físicas de solos arenosos do cerrado sob área nativa, cultivada com soja ou pastagem.** In: do Simpósio nacional de Instrumentação Agrícola. 2014, São Carlos, Anais... São Carlos, 2014, p. 625-628.

MELÉM JUNIOR, N. J.; FONSECA, I. C. B.; BRITO, O. R.; DECAENS, T.; CARNEIRO, M. M.; MATOS, M. F. A.; GUEDES, M. C.; QUEIRZO, J. A. L.; BBARROSO, K. O. **Caracterização da Fertilidade dos Solos do Estado do Amapá.** In: Fertbio. 2006, Bonito. Anais... Bonito, 2006.

MELÉM JÚNIOR, N. J.; FONSECA, I. C. B.; BRITO, O. R.; DECAENS, T.; CARNEIRO, M. M.; MATOS, M. F. A.; GUEDES, M. C.; QUEIROZ, J. A. L.; BARROSO, K. O. **Análise de componentes principais para avaliação de resultados analíticos da fertilidade de solos do Amapá.** Ciências Agrárias. v. 29, n. 3, p. 499-506, jul./set. 2008.

MUKAKA, M. M. **Statistics Corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research.** Malawi Medical Journal. n. 24, p. 69-71, 2012.

NASCIMENTO, P. C.; LANI, J. L.; MENDONÇA, E. S.; ZOFFOLI, H. J. O.; PEIXOTO, H. T. M. **Teores e características da matéria orgânica de solos hidromórficos do Espírito Santo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 34, n. 2, p. 339-348, abr. 2010.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **FERTILIDADE DO SOLO.** IN: DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C. **Fertilidade do solo e seu manejo em áreas degradadas.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo. p. 955-990, 2007.

PAYE, H. S.; MELLO, J. W. V.; ABRAHÃO, W. A. P.; FERNANDES FILHO, E. I.; DIAS, L. C. P.; CASTRO, M. L. O.; MELO, S. B.; FRANÇA, M. M. **Valores de Referência de Qualidade para Metais Pesados em Solos no Estado do Espírito Santo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa. v. 34, n. 6, p. 2041-2051, nov./dez. 2010.

SANTOS, A. C.; ARAÚJO, A. S.; SANTOS, P. M.; OLIVEIRA, L. B. T.; OLIVEIRA, H. M. R.; ANDRÉ, T. B. **Caracterização física e química dos solos de várzea sob pastejo em relação às superfícies geomórficas.** In: Amazon Soil – I Encontro de Ciência do Solo da Amazônia Oriental. 2010. Gurupi. Anais... Gurupi: Núcleo Regional Amazônia Oriental, 2014. p. 64-72.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. Brasília. Embrapa, 2018.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB. **Florestas do Brasil em resumo: dados de 2005-2010.** Serviço Florestal Brasileiro. Brasília: SFB, 152 p., 2010.

SILVA NETO, L. F.; INDA, A. V.; BAYER, C.; DICK, D. P.; TONIN, A. T. Óxidos de ferro em **latossolos tropicais e subtropicais brasileiros em plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 32, n. 5, p. 1873-1881, 2008.

SILVA NETO, S. P.; SANTOS, A. C.; LEITE, R. L. L.; DIM, V. P.; CRUZ, R. S.; PEDRICO, A.; NEVES NETO, D. N. **Análise espacial de parâmetros da fertilidade do solo em região de ecótono sob diferentes usos e manejos**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina. v. 32, n. 2, p. 541-552, abr./jun. 2011.

SOUZA JUNIOR, I. G.; COSTA, A. C. S.; VILAR, C. C.; HOEPERS, A. **Mineralogia e susceptibilidade magnética dos óxidos de ferro do horizonte B de solos do Estado do Paraná**. Ciência Rural. v. 40, n. 3, p. 513-519, 2010.

WENDLING, G. F. D. **Formas de alumínio em solo submetido a diferentes manejos e rotações de culturas**. Santa Maria, EdUFMS, 2012.

YADA, M. M.; MINGOTTE, F. L. C.; MELO, W. J.; MELO, G. P.; MELO, V. P.; LONGO, P. M.; RIBEIRO, A. I. **Atributos químicos e bioquímicos em solos degradados por mineração de estanho e em fase de recuperação em ecossistema Amazônico**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 39, n. 3, p. 714-724, mai./jun. 2015.