

Influência de fatores edáficos e topográficos na composição florística de florestas secundárias na mesorregião Sudeste do Pará, Brasil

Influence of edaphic and topographic factors on the floristic composition of secondary forests in the southeastern mesoregion of Pará, Brazil

Joyce Ananda Paixão Duarte

State University of the Tocantins Region of Maranhão

 0000-0002-4953-7840

Joyce.duarte@uemasul.edu.br

Gracialda Costa Ferreira


Federal Rural University of Amazonia

 0000-0002-4018-9624

gracialda.ferreira@ufra.edu.br

Marcos André Piedade Gama

Federal Rural University of Amazonia

 0000-0003-1039-8772

gracialda.ferreira@ufra.edu.br

Rodrigo de Souza Barbosa

Federal Rural University of Amazonia

 0000-0003-2621-2688

rodrigo.barbosa.engflorestal@gmail.com

Camila de Almeida Milhomem

State University of the Tocantins Region of Maranhão

 0000-0002-3296-5048

camilamilhomem5@gmail.com

Luiz Fernandes Silva Dionisio

State University of the Tocantins Region of Maranhão

 0000-0002-4324-2742

luiz.dionisio@uemasul.edu.br

Resumo: As florestas têm dominado o trópico, e estas alterações, seja pela extração madeireira, pastagem e/ou agricultura, acarreta alterações nas composições químicas e físicas do solo e conseqüentemente na composição florística da área. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos fatores edáficos e altitudinais na composição florística de florestas alterados antropicamente na mesorregião do Sudeste Paraense. O levantamento da composição florística e estrutural e a coleta das variáveis ambientais foram conduzidos em 63 parcelas de 10m x 250 m, para quantificar os indivíduos com (DAP) ≥ 10 cm do estrato superior e, no interior destas parcelas de 10m x 10m para os indivíduos do estrato médio com $10\text{cm} < \text{DAP} < 20\text{cm}$. Foram coletadas, em cada parcela, variáveis ambientais relacionadas às características químicas e físicas dos solos e altitudinais em florestas degradadas e secundárias em estágio inicial e intermediário de

sucessão classificadas conforme a Instrução Normativa 08 de 28/10/2015. O solo em floresta primária degradada apresentou baixa fertilidade de nutrientes, acidez muito elevada, presença de alto teor de alumínio trocável e baixos teores de matéria orgânica em relação às florestas secundárias. Para os três tipos de florestas, em geral, houve mudança nos atributos físicos e químicos do solo, especialmente na camada superficial (0-10 cm) em relação às camadas mais profundas. A composição florística foi influenciada pelo teor de potássio no solo no estrato médio da floresta secundária e sódio, areia grossa e topografia no estrato superior.

Palavras-chave: Floresta degradada; Amazônia; Fertilidade do solo; *Cecropia*.

Abstract: Forests have dominated the tropics, and these alterations, whether by logging, grazing and/or agriculture, bring about changes in the chemical and physical compositions of the soil and consequently in the floristic composition of the area. The objective of this work was to evaluate the influence of edaphic and altitudinal factors on the floristic composition of anthropically altered forests in the mesoregion of southeastern Pará. The survey of floristic and structural composition and the collection of environmental variables were conducted in 63 plots of 10m x 250m, to quantify the individuals with (DAP) ≥ 10 cm of the upper stratum and, inside these 10m x 10m plots for the individuals of the middle stratum with $10\text{cm} < \text{DAP} < 2\text{cm}$. Environmental variables related to soil chemical and physical characteristics and altitudinal characteristics were collected in each plot in degraded and secondary forests in initial and intermediate stages of succession classified according to Normative Instruction 08 of 10/28/2015. The soil in degraded primary forest showed low nutrient fertility, very high acidity, presence of high exchangeable aluminum content and low organic matter contents compared to secondary forests. For the three forest types, in general, there was a change in the physical and chemical attributes of the soil, especially in the superficial layer (0-10cm) in relation to the deeper layers. Floristic composition was influenced by soil potassium content in the middle stratum of the secondary forest and sodium, coarse sand and topography in the upper stratum.

Keywords: Degraded forest; Amazon; Soil fertility; *Cecropia*.

INTRODUÇÃO

Na Amazônia grandes extensões de florestas já foram alteradas e reduzidas como resultado da pressão humana por recursos florestais e principalmente pelo avanço da fronteira agrícola, extração madeireira, abertura de estradas e atividades minerárias (GIBBS, *et al.*, 2010; LAURANCE *et al.*, 2018). Apenas no Estado do Pará, o desmatamento aumentou 24% no período de 2019 a 2020, sendo o Estado que possui a maior área de florestas degradadas da Amazônia Legal com 26.374 km² referente ao período de 2007-2013 (INPE, 2015), onde as maiores extensões estão concentradas na mesorregião Sudeste Paraense (NEVES *et al.*, 2014).

O Sudeste Paraense, mais especificamente a Microrregião de Paragominas, Dom Eliseu, Ulianópolis e Rondon, foram uma das primeiras regiões ocupadas ou

antropizadas na Amazônia brasileira, a mais 150 anos. Isto resultou em uma paisagem natural que, atualmente, é dominada por florestas secundárias em diversos estádios de sucessão (CORDEIRO *et al.*, 2019). Os remanescentes de florestas originais encontram-se restritos às margens dos principais rios e igarapés e apresentam substanciais alterações na estrutura da vegetação.

As florestas intensamente antropizadas são um tipo de vegetação que corresponde a aproximadamente 4,5 milhões de hectares na Amazônia, de acordo com o monitoramento do Projeto DEGRAD de 2006 a 2016 (INPE, 2017). Se manejadas racionalmente, essas florestas poderiam apresentar fontes perenes de produtos madeireiros e não-madeireiros para suprir as necessidades humanas, visto que os recursos florestais, principalmente a madeira, são bens renováveis.

Apesar dos avanços nas pesquisas científicas e desenvolvimento tecnológico para uma produção madeireira e não madeireira mais sustentáveis em florestas tropicais, a degradação e o desmatamento com consequente perda dos serviços ambientais foram muito intensos. Como resultado disso, estima-se que aproximadamente 50% das florestas tropicais em nível mundial foram perdidas. Hoje estas áreas encontram-se sob uso intensivo do solo para mineração, agricultura, pecuária ou assentamentos humanos. As áreas desmatadas que estão fora destes tipos de uso do solo estão sob processos de sucessão secundária (formação de florestas secundárias) ou então encontram-se degradadas (FERREIRA *et al.*, 2015).

Estudos como mostraram que as respostas de biodiversidade locais podem ser influenciadas por diversos fatores como a heterogeneidade espacial, intensidades da perturbação humana, a interação entre os distúrbios e os fatores naturais como solos e topografia (JOLY *et al.*, 2012). A topografia e a variação na fertilidade do solo revelam elementos-chave que ajuda a discriminar entre as taxas de sucessão secundária em comparações inter-regionais (VELDKAMP *et al.*, 2020).

Em fragmentos de florestas degradadas e alteradas, seja extração madeireira, pastagem e/ou agricultura, acarreta em alterações nas composições químicas e físicas do solo (GUARIGATA e OSTERTAG, 2001), pois provoca um desequilíbrio no ecossistema, uma vez que a atividade adotada influenciará os processos físico-químicos e biológicos do solo, modificando suas características e, muitas vezes, propiciando sua degradação (SOUZA E ALVES, 2003), além de exercer consequências diretas sobre as fontes de regeneração e condições para a fixação precoce de mudas (CHAZDON, 2012). E com o passar do tempo ocorre aumento na heterogeneidade das características

físico-químicas do solo, por meio dos processos de desmatamento, preparo do solo, rotações de cultura, localização de aplicação de fertilizantes (CAVALCANTE *et al.*, 2007).

As variações, no que se refere às propriedades físicas, químicas e biológicas são definidoras de padrões ecológicos e do próprio uso da terra, cujo potencial, a humanidade busca aproveitar para erguer as bases da sobrevivência, mas nem sempre de forma sustentável (VALE JÚNIOR *et al.*, 2011). Desta forma, faz-se necessário analisar estes ambientes alterados pelo homem, visando à definição de estratégias para conservação e manejo de remanescentes, bem como a restauração florestal em áreas já degradadas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos fatores edáficos e altitudinais na composição florística de florestas alterados antropicamente na mesorregião do Sudeste Paraense.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em quatro municípios localizados na mesorregião do Sudeste do Estado do Pará: Paragominas, Dom Eliseu, Ulianópolis e Rondon (Figura 1).

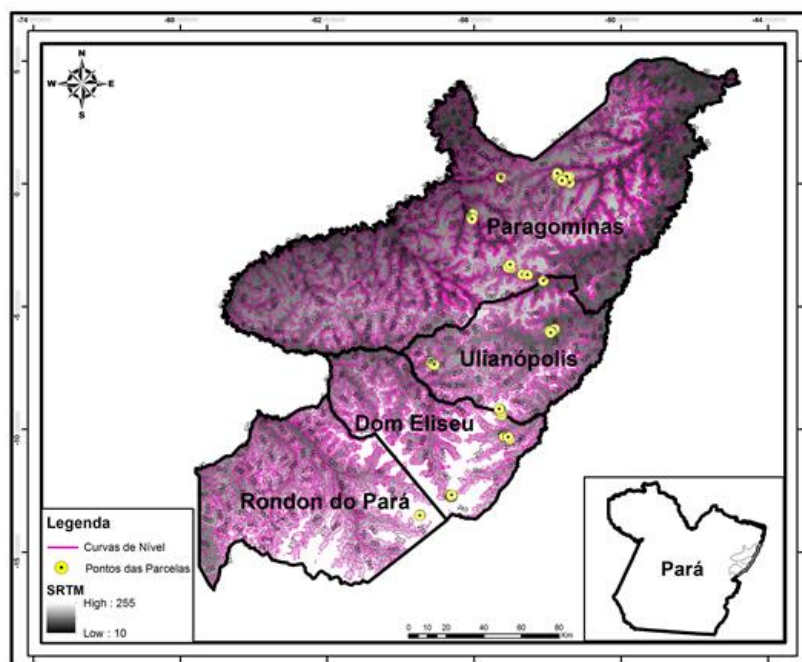


Figura 1. Mapa de localização das 63 parcelas nos municípios de Paragominas, Dom Eliseu, Ulianópolis e Rondon em relação a topografia na Mesorregião do Sudeste Paraense.

O clima dos municípios varia de Am em Rondon e Aw para Paragominas, Dom Eliseu, Ulianópolis conforme a classificação de Köppen. Os solos são caracterizados pela dominância de Latossolo Amarelo Distrófico, Concrecionários Laterítico e apresentam uma grande variação em níveis altimétricos, cuja cota está entre 10 e 225 metros (Figura 1). A vegetação da região é predominada por Florestas Ombrófilas Densas em áreas de Terras Baixas e área de Submontana (IBGE, 2012), porém devido ao intenso desmatamento nessa região, a paisagem florestal tem sido composta com manchas de fragmentos com florestas primárias e extensas áreas de florestas secundárias em diferentes estágios sucessionais (DUARTE *et al.*, 2018).

Estrutura e composição florística

Foram mensurados e identificados todos os indivíduos do Estrato Superior (E-Sup) e Estrato Médio (E-Med) da floresta. Para isto foram alocadas 63 parcelas de 10m x 250m (2.500 m²) para inventariar a vegetação do estrato superior (E-Sup) e, no interior de cada uma destas sub-parcelas de 10m x 10m (100m²) para quantificar a vegetação do estrato médio (E-Med), totalizando desta forma 126 parcelas. Foram considerados indivíduos do estrato superior (E-Sup) àqueles com DAP (Diâmetro à altura do Peito) $DAP \geq 10\text{cm}$ e do Estrato Médio (E-Med) com $10\text{cm} < DAP < 2\text{cm}$.

Todas as plantas foram mensuradas, marcadas com plaqueta metálica e identificadas por um parobotânico. O material botânico coletado foi herborizado e armazenado no laboratório de Dendrologia da Universidade Federal Rural da Amazônia

Método de amostragem dos fatores edáficos, topográficos e da cobertura florestal

O componente florestal foi caracterizado em Florestas Primárias Degradadas (FP-Deg) e Florestas Secundárias, sendo que esta última foi ainda classificada de acordo com o Estágio Sucessional seguindo as normas da Instrução Normativa 08 de 28/10/2015 (SEMAS), resultando em: Florestas Secundárias no Estágio Inicial de Sucessão (FSE-Ini) e Florestas Secundárias no Estágio Intermediário de Sucessão (FSE-Inter). Assim as parcelas permanentes ficaram distribuídas da seguinte forma: 13 parcelas em Floresta Primária Degradada (FP-Deg); 21 parcelas para Floresta Secundária Intermediária (FSE-Inter) e 29 parcelas da Floresta Secundária Inicial (FSE-Ini).

Foi utilizada a definição de Ferreira *et al.* (2015) em que as florestas primárias degradadas (FP-Deg) são áreas que não tiveram a supressão total do componente

arbóreo com presença de remanescentes florestais e que apresentaram histórico e evidências de intensa exploração madeireira observadas em campo. As florestas secundárias, por sua vez, são áreas que tiveram a retirada total da vegetação florestal.

Foi obtida a topografia de cada parcela a partir de imagens SRTM e ferramentas de geoprocessamento e interpretação de imagens utilizando gradiente topográfico e curvas de nível a partir do modelo digital de elevação (Figura 1). Em seguida foi feita a classificação da vegetação a partir dos dados obtidos da topografia conforme IBGE (2012). Sendo assim: Terras Baixas (0-100 m) e Formação Submontana (≥ 100 m).

Para a análise química e física dos solos foram coletadas amostras compostas do solo em cinco pontos distribuído no interior de cada parcela em três profundidades (0-10cm; 10-20cm; 20-40cm). As análises foram realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental seguindo os procedimentos recomendados pela EMBRAPA (2006). Na análise química do solo foram quantificados a matéria orgânica, o pH_(H₂O), fósforo(P), potássio(K), sódio(Na), cálcio(Ca), Ca+Mg, alumínio(Al) e H+Al. A avaliação física foi baseada na análise granulométrica de areia grossa, areia fina, silte e argila total. A classificação textural do solo foi feita através do diagrama triangular simplificado segundo EMBRAPA (2006).

Análise de dados

Para analisar as correlações entre os gradientes ambientais (topografia e variáveis edáficas) com o tipo florestal (Floresta Degradada e Secundária) foi empregada a análise de correspondência canônica (CCA) indicadas quando o objetivo é obter uma relação entre variáveis ambientais e a composição florística. Foi considerada a distância euclidiana como medida de similaridade florística entre os fragmentos.

Os dados obtidos da análise química e granulométrica de solos foram comparados entre os tipos florestais (Floresta Degradada e Secundária) e profundidades por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade, seguido de teste de comparação múltipla (SIEGEL E CASTELLAN 1988; ZAR 2010).

As análises estatísticas foram realizadas no software R 2.12.0 (R Core Team 2013) por meio do pacote pvcluster, com 999 aleatorizações, considerando a obtenção de $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 63 parcelas inventariadas registraram um total de 181 espécies pertencentes a 134 gêneros e 63 famílias. As espécies mais abundantes foram: *Cecropia palmata* Willd., *Cecropia* sp., *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy, *Casearia arborea* (Rich.) Urb. e *Swartzia* sp. representando juntas 34,4% dos indivíduos totais e 40,2% das espécies tiveram apenas um ou dois indivíduos na área. Em FS-EIní de sucessão, teve-se o número de 447 indivíduos no E-Med e 523 no E-Sup, *Cecropia* sp (119) e *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy (116) são as espécies com maior número de indivíduos na área. A FSInterm apresentou no E-Med 530 indivíduos e 2.320 no E-Sup, as espécies mais abundantes foram: *Cecropia palmata* Willd. (563) e *Cecropia* sp. (339). Nas FP-Deg. foram inventariados no E-Med. e E-Sup. 534 e 1.247 indivíduos, respectivamente, sendo *Swartzia* sp. (123) e *Pouteria* sp. (106) as espécies mais abundantes na área.

A composição florística e a densidade de indivíduos nos ecossistemas florestais alterados demonstram que está ocorrendo uma trajetória sucessional na área de estudo, em que indivíduos no E-Sup são mais abundantes em relação ao E-Med tendo início da estratificação da floresta. A alta abundância de Cecropias e Vismias em florestas secundárias remete ao histórico de uso da do solo, pois são espécies comuns em áreas que sofreram algum tipo de impacto antrópico e que se estabelecem e sobrevivem por longo período nestas áreas (COELHO *et al.*, 2013, NOGUEIRA *et al.*, 2018).

Foi identificado que a área de estudo da Mesorregião do Sudeste Paraense apresentou Florestas Primárias Degradadas e Florestas Secundárias apenas no Estágio de Sucessão Inicial e Intermediário conforme a aplicação da IN n°8 da SEMAS. Devido ao modelo de desenvolvimento econômico e ocupação nesta região, o desmatamento tem sido o principal fator de transformação da paisagem de florestas nativas em florestas secundárias (LAURANCE *et al.*, 2018).

As análises das variáveis químicas e físicas apresentaram diferenças significativas em todos os componentes tanto em profundidade (0-10; 10-20; 20-40) quanto a cobertura florestal (FP-Deg, FSE-Iní, E FSE-Inter) (Tabela 1; Tabela 2). A maior presença de areia nas superfícies (0-10 cm) e nas florestas secundárias, principalmente nos estágios mais iniciais, enquanto a argila é mais abundante nos estratos mais profundos do solo (20-40 cm) em todos os tipos florestais (Tabela 1). Nota-se que conforme o diagrama triangular sugerido pela EMBRAPA (2006) apenas a

superfície (0-10cm) da FSE-Ini teve a textura distinta das outras profundidades e tipos florestais em que devido a maior perda do teor de argila a classificação de textura foi de Média. A textura do solo e conteúdo de argila influencia diretamente na disponibilização dos nutrientes do solo, além de ter uma dependência ao tipo e intensidade do uso da terra (CHAZDON, 2012). Tal alteração física nas áreas deste estudo pode ter relação com os processos erosivos do solo devido a intensidade da exploração na área o que resulta em maiores impactos nos solos mais superficiais.

Na região amazônica o desmatamento é um dos principais fatores de intensificação da erosão e degradação do solo, principalmente durante a conversão de florestas em áreas agrícolas e de pastagem que impactam profundamente as propriedades e funções do solo (VELDKAMP *et al.*, 2020). Nesta região o modelo de preparo da área para o plantio praticado pelos agricultores familiares é caracterizado pela agricultura de corte e queima, na qual, inicialmente, retira-se toda cobertura florestal (corte raso), planta-se culturas anuais e perenes, que, posteriormente, são substituídas por pastagens, desencadeando um processo de degradação dessas áreas (DIONISIO *et al.*, 2017). Este sistema tem sua sustentabilidade comprometida, em virtude da baixa fertilidade do solo, associada às perdas de nutrientes durante a queima no processo de preparo de área.

Tabela 1. Valores médios (\pm DP) para análise física das 63 amostras nas florestas secundárias em estágio inicial (E-Ini.), intermediário (E-Inter.) e floresta degradada (F-Deg.) em três profundidades do solo (0-10cm, 10-20cm e 20-40cm) da Mesorregião do Sudeste Paraense.

Floresta	Prof. (cm)	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila total	Textura
		g/kg				
FSE-Ini.	0-10	187,1 \pm 111,4 aA	252,1 \pm 174,1 aA	231,7 \pm 109,6 aB	329,7 \pm 171,8 aA	Med
	10-20	153,0 \pm 93,1 aA	248,3 \pm 179,4 aA	202,0 \pm 85,5 aA	395,2 \pm 196,1 abA	Arg
	20-40	156,1 \pm 103,4 aA	222,7 \pm 160,6 aA	190,7 \pm 91,2 aA	431,0 \pm 187,9 bB	Arg
FSE-Inter.	0-10	127,0 \pm 164,8 aA	102,3 \pm 129,4 aB	321,9 \pm 139,1 aA	449,5 \pm 201,1 aA	Arg
	10-20	110,6 \pm 123,5 aA	105,2 \pm 129,1 aB	291,5 \pm 159,3 aA	493,3 \pm 230,2 aA	Arg
	20-40	92,3 \pm 118,0 aB	96,4 \pm 126,4 aB	268,1 \pm 118,5 aA	543,8 \pm 178,8 aA	Arg
FP-Deg.	0-10	137,9 \pm 97,6 aA	270,2 \pm 208,2 aA	220 \pm 86,6 aB	372,3 \pm 235 aA	Arg
	10-20	135,1 \pm 104,8 aA	234,2 \pm 185,5 aA	201,9 \pm 73,6 aA	429,2 \pm 225,3 aA	Arg
	20-40	114,8 \pm 93,2 aAB	234,3 \pm 187,7 aA	237,5 \pm 143,8 aA	413,8 \pm 208,5 aB	Arg

Médias seguidas da mesma letra no tratamento e entre, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Letra minúscula compara as profundidades no mesmo tipo de floresta. Letra maiúscula compara as florestas na mesma profundidade.

Em relação às análises químicas, foi identificado que o solo das áreas de FPD apresentou características químicas típicas de condições de baixa fertilidade de nutrientes com acidez elevada, presença de alto teor de alumínio trocável e baixos teores de matéria orgânica em relação às FSE-Ini e FSE-Inter (Tabela 2). Este resultado demonstra que as florestas nativas da área de estudo apresentam elevados índices de degradação decorrente da exploração intensiva dos recursos naturais. Estes resultados mostraram que nas áreas mais jovens a deposição de cinzas em consequência das queimadas, eleva os valores de pH (SILVA *et al.*, 2006) e ao longo do processo de sucessão os valores vão retornando aos níveis anteriores ao distúrbio.

O maior acúmulo de fósforo (P) e potássio (K) na superfície (0-10cm) foi evidente em florestas secundárias (FS-EIni. e FS-EInter) em relação à FP-Deg. e diferiu estatisticamente tanto em profundidade quanto em tipo florestal, com excessão apenas do fósforo que foi semelhante em todos os ecossistemas estudados. As concentrações desses nutrientes na superfície em áreas que tiveram atividades agropecuárias também estão associadas a queima na abertura das áreas para o plantio que introduz ao sistema grandes quantidades de cinzas provenientes da queima da floresta primária na camada superficial do solo, o que é explicado por diversos estudos (CHAZDON, 2012; VALE JÚNIOR *et al.*, 2011).

Os índices de Cálcio e magnésio diferiu estatisticamente tanto em tipos florestais quanto em profundidade, sendo o solo na profundidade 0-10cm em FS-Inter mais significativo em relação às outras áreas e profundidade, podendo estar associado à matéria orgânica (MO) que apresentou o mesmo efeito. Estes resultados são atribuídos à reciclagem desses nutrientes através da decomposição dos resíduos florestais presentes em estágios mais avançados de floresta secundária (SOUZA E ALVES, 2003; SHAZDON, 2012).

A MO teve, por sua vez, os maiores teores nas superfícies de solo em todas as florestas não diferindo estatisticamente, no entanto nas profundidades 10-20 cm e 20-40 cm houve diferença estatística entre os ambientes alterados, sendo as áreas de FS-EInter. Com os maiores índices, em que é influenciada pela regeneração natural e o estabelecimento da vegetação e, conseqüentemente na maior produção de biomassa (GUARUGUATA *et al.*, 2001).

A produção de MO em florestas secundárias são maiores em relação à florestas mais maduras por conta do rápido desenvolvimento da biomassa foliar que contribui para aumentar a serapilheira e auxiliar no rápido retorno de nutrientes ao solo,

resultando em melhoria das condições do solo em estado de pousio (SHAZDON, 2012), assim a floresta secundária tem sido mais eficiente na restauração dos nutrientes do solo durante a sucessão. A importância da MO e a relação com as características químicas, físicas e biológicas é amplamente reconhecida (SOUZA E ALVES, 2003). A sua influência sobre as características do solo e a sensibilidade às práticas de manejo determinam que a matéria orgânica seja considerada uma das principais propriedades na avaliação da qualidade do solo (DORAN; PARKIN, 1994).

Tabela 2. Valores médios (\pm DP) para análise química das 63 amostras nas florestas secundárias em estágio inicial (E-Ini), intermediário (E-Inter) e floresta degradada (F-Deg) em 3 profundidades do solo (0-10cm, 10-20cm e 20-40cm) da Mesorregião do Sudeste Paraense. Onde: P (Fósforo); K (Potássio); Na (Sódio); Ca (Cálcio); Mg (Magnésio); Al (Alumínio); MO (Matéria Orgânica).

Floresta	Prof. (cm)	pH	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	H+Al	MO
		H ₂ O	mg/dm ³			cmole/dm ³			g/kg	
FSE-Ini	0-10	5,3 \pm 0,6 aA	5,7 \pm 2,7 aA	47,7 \pm 35,0 aA	8,3 \pm 6,3 aAB	2,5 \pm 2,2 aB	3,5 \pm 2,7 aB	0,5 \pm 0,4 aA	4,2 \pm 1,9 aA	26,5 \pm 11,8 aA
	10-20	5,1 \pm 0,7 aA	3,0 \pm 1,6 bA	26,0 \pm 22,0 bAB	5,5 \pm 3,5 bA	1,3 \pm 1,5 bB	1,8 \pm 1,8 bB	0,7 \pm 0,5 aA	3,1 \pm 1,6 bA	17,8 \pm 8,3 bB
	20-40	5,1 \pm 0,5 aA	2,2 \pm 1,2 cA	19,0 \pm 17,8 bB	4,5 \pm 2,7 bB	1,0 \pm 1,1 bB	1,8 \pm 1,3 bB	0,6 \pm 0,4 aA	2,5 \pm 1,1 bB	14,9 \pm 6,8 bB
FSE-Inter	0-10	5,2 \pm 0,4 aA	5,1 \pm 1,7 aA	44,3 \pm 21,1 aA	6,7 \pm 5,4 aB	4,2 \pm 3,0 aA	5,5 \pm 3,6 aA	0,4 \pm 0,4 aA	5,5 \pm 1,9 aA	42,8 \pm 46,3 aA
	10-20	5,1 \pm 0,4 aA	3,4 \pm 1,2 bA	35,2 \pm 21,3 abA	4,9 \pm 2,7 abA	3,0 \pm 2,1 abA	4,1 \pm 2,7 abA	0,6 \pm 0,4 abA	4,5 \pm 1,6 abB	33,2 \pm 14,5 aA
	20-40	5,0 \pm 0,8 aA	2,3 \pm 0,6 cA	26,2 \pm 16,4 bA	3,6 \pm 2,0 bB	2,1 \pm 1,5 bA	3,0 \pm 2,0 bA	0,6 \pm 0,4 bA	3,9 \pm 1,8 bA	24,7 \pm 12,0 aA
FP-Deg	0-10	5,1 \pm 0,4 aA	5,2 \pm 2,1 aA	34,2 \pm 13,3 aA	9,8 \pm 5,7 aA	2,2 \pm 1,4 aB	3,2 \pm 1,9 aB	0,7 \pm 0,5 aA	5,7 \pm 3,1 aA	24,37 \pm 13,4 aA
	10-20	4,8 \pm 0,3 bB	2,5 \pm 1,1 bA	16,3 \pm 5,7 bB	5,5 \pm 1,9 abA	0,8 \pm 0,6 bB	1,3 \pm 0,8 bB	0,9 \pm 0,4 aA	3,7 \pm 1,5 bAB	19,8 \pm 6,6 aB
	20-40	4,7 \pm 0,2 bA	2,2 \pm 1,5 bA	15,8 \pm 7,4 bB	7,5 \pm 4,0 bA	0,8 \pm 0,5 bB	1,2 \pm 0,8 bB	0,9 \pm 0,3 aA	3,5 \pm 1,5 bA	17,9 \pm 8,0 aB

Nota: Médias seguidas da mesma letra no tratamento e entre, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Letra minúscula compara as profundidades no mesmo tipo de floresta. Letra maiúscula compara as florestas na mesma profundidade.

Quanto a influência dos fatores ambientais (cobertura da floresta, edáficos e topográficos) na distribuição das espécies do estrato médio e superior da floresta, nota-se que o resultado da CCA agregou as unidades amostrais conforme o tipo florestal (FSE-Ini, FSE-Inter e FP-Deg) seguindo uma sequência sucessional da esquerda para a direita, sendo as FP-Deg a mais representativa dentre os tipos de coberturas florestais em ambos os estratos florestais (Figura 2). O componente arbóreo apresentou variações estruturais e florísticas associadas à variação ambiental, representada pelas variáveis de teores de potássio no solo (CCA1) no E-med, e para o E-Sup as variáveis significativas foram sódio (CCA2), areia grossa (CCA2) e topografia (CCA1). A cobertura florestal cobertura (FS-EIni, FS-EInter e FP-Deg) apresentaram correlação para ambos os estratos, podendo ser um resultado diretamente ligado ao histórico de uso da terra. O

acúmulo de sódio e potássio na superfície evidente em florestas secundárias também foi verificado em outros estudos em áreas alteradas (SOUZA E ALVES, 2003).

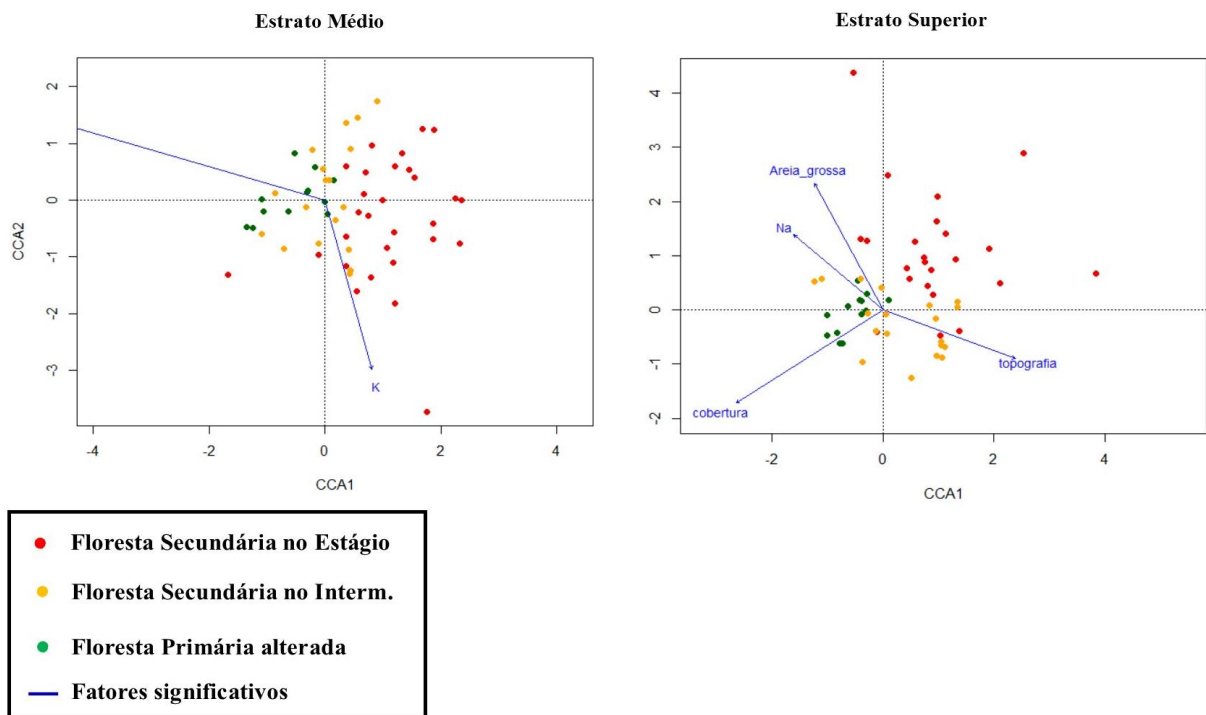


Figura 2. Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA) das 63 parcelas alocadas nas florestas primárias degradadas e secundárias nos estágios iniciais e intermediários de sucessão na Mesorregião Sudeste Paraense. O diagrama mostra a distribuição das parcelas e os fatores ambientais significativos nos dois primeiros eixos de ordenação ($p < 0,05$). As linhas contínuas indicam a grandeza e o sentido do aumento das variáveis ambientais.

As espécies presentes no E-med como *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg., *Rinorea pubiflora var. grandifolia* (Eichler) Hekking. e *Lippia* sp. ocorreram preferencialmente em florestas secundárias nos locais com maiores teores de potássio. Enquanto *Macrolobium bifolium* (Aubl.) Pers., *Caraipa* sp. e *Aspidosperma* sp. tiveram sua distribuição influenciada pelo teor de sódio e areia grossa no E-Sup (Figura 3).

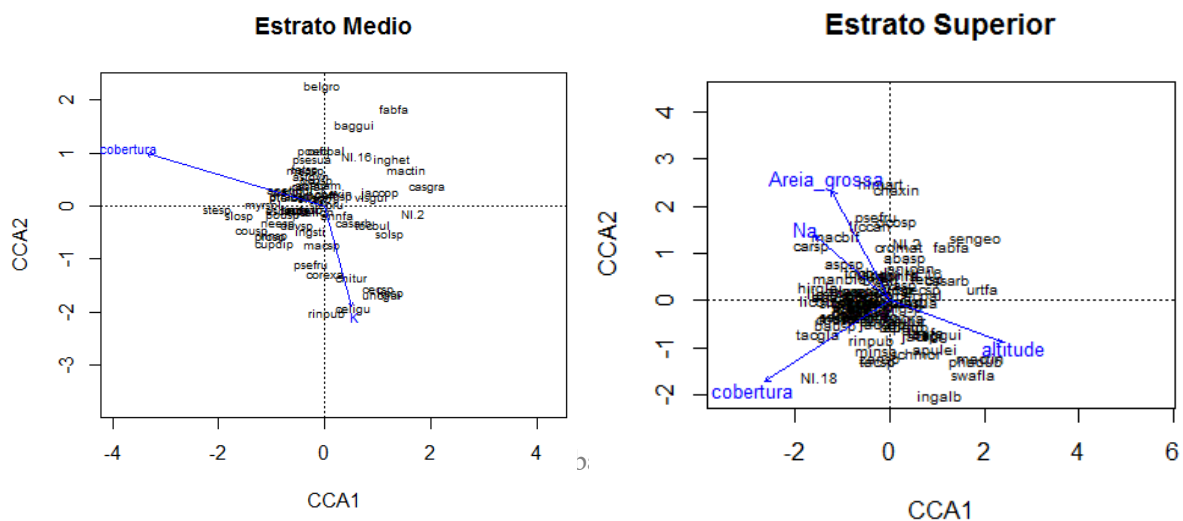


Figura 3. Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA) das 63 parcelas alocadas nas florestas primárias degradadas e secundárias nos estágios iniciais e intermediários de sucessão na Mesorregião Sudeste Paraense. O diagrama mostra a distribuição das parcelas e os fatores ambientais significativos nos dois primeiros eixos de ordenação ($p < 0,05$). As linhas contínuas indicam a grandeza e o sentido do aumento das variáveis ambientais.

Em relação a topografia na distribuição de espécies, *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud., *Phanera dubia* (Vogel) Vaz e *Swartzia flaemingii* Raddi foram espécies que tiveram preferências por áreas altas, ou seja, submontana em florestas secundárias em estágios mais avançados. Em terras baixas (Altitude <100) teve-se maior abundância das espécies em áreas de FS-Inter. e FP-Deg. sendo as que apresentaram maior quantidade de indivíduos: *Pouteria* sp., *Pseudopiptadenia suaveolens* (Miq.) J.W.Grimes e *Swartzia* sp. em FP-Deg. e *Cecropia palmata* Willd. e *Cecropia* sp. em FS-EIni. A FS-Inter. As parcelas que representavam as FS-EInter. estiveram apenas em áreas mais elevadas, considerada as Submontanas (Altitude >100), onde as espécies mais abundantes foram: *Cecropia palmata* Willd., *Cecropia* sp., *Casearia arborea* (Rich.) Urb. e *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A.DC.

A larga dispersão dos pontos de FS-EInter pode, provavelmente, estar sendo reflexo do histórico de uso das áreas, o tipo de atividades e da composição das espécies comuns, como as pioneiras de FS-EIni (*Cecropia palmata* Willd., *Cecropia* sp.) e as secundárias tardias da FP-Deg (*Swartzia* sp. e *Pouteria* sp.) (AMARAL *et al.*, 2009). Assim nota-se que é possível que comunidades florestais em mesmos estágios do processo sucessional pode tendenciar a ter espécies semelhantes em florestas degradadas e sucessionais na Mesorregião do Sudeste Paraense. A similaridade em composição de espécies entre florestas secundárias e primárias degradadas na região tende a aumentar com a idade de povoamento, devido ao estabelecimento gradual de espécies de floresta primária (PIOTTO *et al.*, 2009).

A abundância de *Cecropia* em florestas secundárias tem sido, normalmente, encontrado em maiores quantidades devido ao rápido estabelecimento nos primeiros anos de abandono da área, tem se tornado um padrão similar descrito nos modelos clássicos de sucessão (WILLIAMSON *et al.*, 2012).

A composição química e física do solo tem a capacidade de afetar a distribuição, crescimento e a composição das espécies pioneiras de florestas alteradas, sendo indicadores do grande impacto que áreas florestais foram submetidas (SILVERS *et al.*, 1996; GUARIGUATA, 2001). A quantidade de nutrientes no solo pode mudar de acordo com a sucessão florestal e é um dos fatores fundamentais que contribui na recuperação das florestas degradadas (GUARIGUATA, 2001; THOMPSON *et al.*, 2013). Segundo Kotchetkoff-Henriques *et al.* (2005) as associações observadas entre solo e composições florísticas contribuem para o estabelecimento de critérios visando o embasamento das estratégias de conservação adotadas por órgãos e entidades locais e regionais.

CONCLUSÃO

A área de estudo foi predominada por florestas degradadas e florestas secundárias apenas nos estágios iniciais e intermediários de sucessão.

O solo em florestas primárias degradadas configurou fertilidade de nutrientes, acidez muito elevada, presença de alto teor de alumínio trocável e baixos teores de matéria orgânica em relação às florestas secundárias.

Nos três tipos de cobertura da vegetação houve mudança nos atributos físicos e químicos do solo, especialmente na camada superficial (0-10cm).

A composição florística foi influenciada pelo teor de potássio no solo no estrato médio e sódio e areia grossa no estrato superior. A topografia influenciou a composição florística apenas dos estratos superiores.

As florestas secundárias apresentaram abundância de espécies pioneiras do gênero *Cecropia* enquanto as Florestas Primárias degradadas foram abundantes em espécies do tipo secundárias tardias como *Swartzia* sp. e *Pouteria* sp.

REFERÊNCIA

AMARAL, D. D.; VIEIRA, I. C. G.; ALMEIDA, S. S.; SALOMÃO, R. P.; SILVA, A. S. L.; GONÇALVES, M. G. Checklist da flora arbórea de remanescentes florestais da região metropolitana de Belém e valor histórico dos fragmentos, Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, v. 4, n. 3, p. 231-289, 2009. <https://repositorio.museu-goeldi.br/bitstream/mgoeldi/1424/1/v4n3a02.pdf>.

CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, MC.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1329-1339, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000600012>.

CHAZDON, R. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012. [http://editora.museu-goeldi.br/bn/artigos/cnv7n3_2012/regeneracao\(chazdon\).pdf](http://editora.museu-goeldi.br/bn/artigos/cnv7n3_2012/regeneracao(chazdon).pdf).

COELHO, R. F. R.; MIRANDA, I. S.; MITJA, D. Conservação das florestas do projeto de assentamento benfica, Sudeste da Amazônia. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 1-17, 2013. <https://www.scielo.br/j/cflo/a/p3hJfJbq43GYVpPwQz5CC7D/?format=pdf&lang=pt>.

CORDEIRO, I.M.C.C.; SCHWARTZ, G.; BARROS, P.L. Timber species performance in secondary forests with over used soils in Eastern Amazonia. **Nativa**, v. 7, n. 6, p. 800-806, 2019. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i6.7919>.

DIONISIO, L. F. S.; CONDÉ, T. M.; GOMES, J. P.; MARTINS, W. B. R.; SILVA, M. T.; SILVA, M. W. Caracterização morfométrica de árvores solitárias de *Bertholletia excelsa* HBK no sudeste de Roraima. **Revista Agro@mbiente**, v. 11, n. 2, p. 163-173, 2017. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i2.3835>.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ed. 2006. <http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>.

FERREIRA, J.; BLANC, L.; KANASHIRO, M.; LEES, A. C.; BOURGOIN, C.; FREITAS, J. V.; GAMA, M. B.; LAURENT, F.; MARTINS, M. B.; MOURA, N.; D'OLIVEIRA, M. V.; SOTTA, E. D.; SOUZA, C. R.; RUSCHEL, A. R.; SCHWARTZ, G.; ZWERTS, J.; SIST, J. **Degradação florestal na Amazônia: como ultrapassar os limites conceituais, científicos e técnicos para mudar esse cenário**. Documentos 413, Embrapa Amazônia Oriental, 2015. 29 p.

GIBBS, H. K.; RUESCH, A. S.; ACHARD, F.; CLAYTON, M. K.; HOLMGREN, P.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United of America**, v.107, n.38, p.16732-16737, 2010. <https://www.pnas.org/content/107/38/16732.short>.

GUARUGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristic. 2001. **Forest Ecology and Management**, v. 148, n. 1-3, pág. 185-206, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00535-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00535-1).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**: Sistema fitogeográfico. Inventário das formações florestais e campestres. Técnicas e manejo de coleções botânicas. Procedimentos para mapeamentos. n.1, 2 ed. 2012.

IDESP - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ. 2014a. **Estatística municipal: Paragominas**. <http://www.idesp.pa.gov.br/pdf/EstatisticaMunicipal/pdf/Paragominas.pdf>.

IDESP - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ. 2014b. **Estatística municipal: Ulianópolis**. <http://www.idesp.pa.gov.br/pdf/estatisticaMunicipal/pdf/Ulianopolis.pdf>.

IDESP - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ. 2014c. **Estatística municipal: Rondon do Pará.** <http://www.idesp.pa.gov.br/pdf/estatisticaMunicipal/pdf/Rondon.pdf>.

IDESP - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ. 2014d. **Estatística municipal: Dom Eliseu.** <http://www.idesp.pa.gov.br/pdf/estatisticaMunicipal/pdf/DomEliseu.pdf>.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Mapeamento da degradação florestal na Amazônia brasileira DEGRAD.** <http://www.obt.inpe.br/degrad/>.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Degradação florestal de 2007 a 2016, 2017.**

JOLY, C. A.; ASSIS, M. A.; BERNACCI, L. C.; TAMASHIRO, J. Y.; CAMPOS, M. C R.; GOMES, JAMA.; LACERDA, M. S.; SANTOS, F. A. M.; PEDRONI, F.; PEREIRA, L. S.; PADGURSCHI, M. C. G.; PRATA, E. M. B.; RAMOS, E.; TORRES, R. B.; ROCHELLE, A.; MARTINS, F. R.; ALVES, L. F.; VIEIRA, S. A.; MARTINELLI, L. A.; CAMARGO, P. B.; AIDAR, M. P. M.; EISENLOHR, P. V.; SIMÕES, E.; VILLANI, J. P.; BELINELLO, R. Florística e fitossociologia em parcelas permanentes da Mata Atlântica do sudeste do Brasil ao longo de um gradiente altitudinal. **Biota Neotropica**, v. 12, p. 125-145, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032012000100012>.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C. A.; BERNACCI, L. C. Relação entre o solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP. **Brazilian Journal of Botany**, v. 28, p. 541-562, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000300011>.

LAURANCE, W. F.; CAMARGO, J. L. C.; FEARNSSIDE, P. M.; LOVEJOY, T. E.; WILLIAMSON, G. B.; MESQUITA, R. C. G.; MEYER, C. F. J.; BOBROWIEC, P. E. D.; LAURANCE, S. G. W. An Amazonian rainforest and its fragments as a laboratory of global change. **Biological Reviews**, v. 93, n. 1, p. 223-247, 2018. <https://doi.org/10.1111/brv.12343>.

NEVES, P. A. P. F. G.; SILVA, L. M.; PONTES, A. N.; PAULA, M. T. Correlação entre pecuária e desmatamento em municípios da mesorregião sudeste do estado do Pará, Brasil. **AMBIÊNCIA**, v. 10, n. 3, p. 795-806, 2014. <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/2140>.

PIOTTO, D.; F. MONTAGNINI, W.; THOMAS, M. A.; OLIVER C. Forest recovery after swidden cultivation across a 40-year chronosequence in the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil. **Plant Ecology**, v. 205, n. 2, p. 261-272, 2009. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11258-009-9615-2>.

R CORE TEAM. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. *Viena: R Core Team*, 2013. <https://www.yumpu.com/en/document/view/6853895/r-a-language-and-environment-for-statistical-computing>.

SEMA, Instrução Normativa 08 de 28/10/2015, DOE 33.003 de 03/11/2015 <http://www.semas.pa.gov.br/2015/11/03/instrucao-normativa-no-08-de-28-de-outubro-de-2015/>.

SILVA G. R.; SILVA J. R. M. L.; MELO V. S. Efeitos de diferentes usos da terra sobre as características químicas de um latossolo amarelo do Estado do Pará. **Acta Amazonica**, v. 36, p. 151-157, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000200004>.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Propriedades químicas de um latossolo vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 133-139, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000100014>.

THOMPSON, I. D.; GUARIGUATA, M. R.; OKABE, K.; BAHAMONDEZ, C.; NASI, R.; HEYMELL, V.; SABOGAL, C. An Operational Framework for Defining and Monitoring Forest Degradation. **Ecology and Society**, v. 18, n. 2, 2013. <https://www.jstor.org/stable/pdf/26269330.pdf>.

VALE JÚNIOR, J. F.; SOUZA, M. I. L.; NASCIMENTO, P. P. R. R.; CRUZ, D. L. S. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agro@mbiente**, v. 5, n. 2, p. 158-165, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v5i2.562>.

VELDKAMP, E.; SCHMID, M.; POWERS, J. S.; CORRE, M. D. Deforestation and reforestation impacts on soils in the tropics. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 1, n. 11, p. 590-605, 2020. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0091-5>.