

DOI: 10.47209/2317-5729.v.9.n.4.p.39-52

Qualidade de zonas ripárias em processo de recuperação no município de Rolim de Moura, Amazônia Ocidental, Brasil

Mikaely Custódio do Nascimento¹, Jhony Vendruscolo^{2*}, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro³, Kenia Michele de Quadros Tronco⁴

¹ Engenheira Florestal formada na Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, Rondônia, Brasil

² Doutor e Docente da Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Manaus, Amazonas, Brasil

³ Mestre em Ciências Ambientais e CEO da Rural Engenharia, Rolim de Moura, Rondônia, Brasil

⁴ Doutora e Docente da Universidade Federal de Rondônia, Departamento de Engenharia Florestal, Rolim de Moura, Rondônia, Brasil

*Autor para correspondência. E-mail: jhonyvendruscolo@gmail.com

Resumo

A cobertura florestal é essencial para a manutenção da qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, portanto, as zonas ripárias degradadas devem ser recuperadas. O objetivo deste estudo foi avaliar a recuperação de zonas ripárias nas microbacias dos rios D'Alincourt e Manicoré, município de Rolim de Moura/RO, Brasil. A área 1 tem 1,30 ha, e um enriquecimento florestal com 655 mudas de espécies arbóreas nativas, realizado em 04/12/2014. A área 2 tem 0,17 ha, e um plantio de 1.500 mudas de espécies arbóreas nativas, realizado em 04/12/2013. A área 3 tem 0,18 ha, e um plantio de 890 mudas de espécies arbóreas nativas, realizado em 15/12/2013. A avaliação nas zonas ripárias foi realizada 36 meses após o plantio na área 1 e 48 meses nas áreas 2 e 3, com um índice de qualidade, composto por indicadores relacionados a cobertura florestal, erosão hídrica e atributos dos solos. Os valores de referência dos indicadores foram obtidos na literatura, e os pesos mensurados com análise de componentes principais, utilizando os autovalores. As três zonas ripárias têm níveis de qualidade semelhantes, considerados médios (≈ 3), e como principais limitantes os atributos $P > \text{matéria orgânica} > K^+ = Ca^{2+} > pH = \text{saturação por bases} > CTC \text{ efetiva} > \text{soma de bases}$. Para melhorar a qualidade das zonas ripárias recomenda-se a aplicação de $2,69 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário calcítico na área 1, $2,10 \text{ t ha}^{-1}$ na área 2 e $1,52 \text{ t ha}^{-1}$ na área 3, $50 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de P_2O_5 , $50 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O , $60 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de nitrogênio (ou o plantio anual de *Pueraria phaseoloides*), e a adoção de práticas de manejo conservacionista para prevenir e/ou mitigar os problemas com erosão hídrica. Nas três áreas é importante realizar a análise de solo anualmente, para monitorar a fertilidade do solo e planejar as futuras recomendações de corretivos e fertilizantes, até a recuperação das coberturas florestais nas zonas ripárias.

Palavras-chave: indicadores; índice de qualidade; área de preservação permanente; monitoramento ambiental.

Quality of riparian zones undergoing recovery in the municipality of Rolim de Moura, Western Amazon, Brazil

Abstract

The forest cover is essential for maintaining the quality and availability of water resources, therefore, degraded riparian areas should be recovered. The aim of this study was to evaluate the recovery of riparian zones in the D'Alincourt and Manicoré watersheds, Rolim de Moura/RO, Brazil. The area 1 has 1.30 ha, and a forest enrichment with 655 seedlings of native tree species, carried out on 12/04/2014. The area 2 has 0.17 ha, and a plantation of 1,500 seedlings of native tree species, carried out on 12/04/2013. The area 3 has 0.18 ha, and a planting of 890 seedlings of native tree species, carried out on 12/15/2013. The assessment in riparian zones was carried out 36 months after planting in area 1 and 48 months in areas 2 and 3, with a quality index composed of indicators related to forest cover, water erosion and soil attributes. The reference values of the indicators were obtained in the literature, and the weights measured with principal component analysis, using the eigenvalues. The three riparian zones have similar quality levels, considered medium (≈ 3), and the main limiting factors are the attributes $P > \text{organic matter} > K^+ = Ca^{2+} > pH = \text{base saturation} > \text{effective CEC} > \text{sum of bases}$. To improve the quality of riparian zones it is recommended to apply 2.69 t ha^{-1} of calcitic limestone in area 1, 2.10 t ha^{-1} in area 2 and 1.52 t ha^{-1} in area 3, $50 \text{ g plant}^{-1} \text{ year}^{-1}$ of P_2O_5 , $50 \text{ g plant}^{-1} \text{ year}^{-1}$ of K_2O , $60 \text{ g plant}^{-1} \text{ year}^{-1}$ of nitrogen (or the annual planting of *Pueraria phaseoloides*), and the adoption of conservation management practices to prevent and/or mitigate problems with water erosion. In all three areas

it is important to conduct soil analysis annually to monitor soil fertility and plan future fertilizer and corrective recommendations, until the recovery of forest cover in riparian zones.

Key words: indicators; quality score; permanent preservation area; environmental monitoring.

Introdução

A partir da década de 1960, ocorreu um grande fluxo migratório no estado de Rondônia, em função do incentivo do governo brasileiro, com promessas de terras férteis e baratas. Essa ocupação resultou na formação de 50 novos municípios em apenas 19 anos (1976 a 1995) (Fernandes & Guimarães, 2003), e no desmatamento de 7.671.700 a 8.070.300 ha de florestas nativas do Estado, até o ano de 2011 (Piontekowski *et al.*, 2014). O município de Rolim de Moura é uma das regiões mais impactadas pelo desmatamento, o qual chegou à 132.360 ha no ano de 2015, aproximadamente 89,98% de seu território (INPE, 2015).

O desmatamento em Rolim de Moura foi realizado principalmente para a implantação de sistemas agropecuários, destacando-se a pecuária de corte (Cavalheiro *et al.*, 2015). Estas atividades têm grande importância econômica na região, contudo, quando realizadas em zonas ripárias, podem ocasionar sérios problemas ambientais. A supressão da floresta nativa ocasiona problemas por que as zonas ripárias deixam de desempenhar diversas funções eco-hidrológicas na paisagem (Tambosi *et al.*, 2015), com destaque para a manutenção da qualidade e disponibilidade de água ao longo do ano (Tundisi, 2014), preservação e conservação da flora e fauna (Casatti, 2010; Rodrigues *et al.*, 2010).

As microbacias dos rios D'Alincourt e Manicoré, são responsáveis pelo abastecimento de 190 propriedades rurais (INCRA, 2019) e a área urbana de Rolim de Moura (Vendruscolo *et al.*, 2019a). Apesar da importância destas microbacias é comum o uso de suas zonas ripárias para o desenvolvimento da agropecuária, como pode ser visto nos trabalhos de Silva *et al.* (2019) e Vendruscolo *et al.* (2019b), respectivamente. Esse cenário, incentivou a execução de projetos de recuperação em ambas microbacias a partir do ano de 2005, promovidos pela Ação Ecológica Guaporé (Ecoporé), em parceria com a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM) e Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

A execução de projetos de reflorestamento da zona ripária é essencial para a conservação dos recursos hídricos, contudo, também é necessário o monitoramento ambiental para avaliar o nível de recuperação destas áreas. A análise da recuperação das zonas ripárias pode ser realizada com um índice de qualidade, elaborado com indicadores. Ao ser formado por vários indicadores, o índice permite a identificação dos fatores limitantes a recuperação das áreas degradadas e, conseqüentemente, a seleção das práticas de manejo mais adequadas para cada situação (Gomes & Filizola, 2006). Os indicadores considerados chave para avaliação ambiental estão relacionados as características da vegetação e do solo, por influenciarem a disponibilidade de água e a resistência à erosão (Kosmas, Poesen & Briassouli, 1999).

Em face ao exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a recuperação de zonas ripárias localizadas nas microbacias dos rios D'Alincourt e Manicoré, município de Rolim de Moura/RO, Brasil.

Material e métodos

Localização, características das áreas de estudo e metodologia de avaliação

O estudo foi realizado em três áreas, localizadas nas zonas ripárias dos rios D'Alincourt e Manicoré, município de Rolim de Moura/RO, Brasil. A região tem clima tipo Tropical de Monção (Alvares *et al.*, 2014), precipitação de 1.728,9 a 1.843,7 mm ano⁻¹ (Franca, 2015) e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, bem drenado e argiloso, com declividade variando entre 2-8% (SIPAM CTC-PV, 2006).

As áreas eram cultivadas com pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. marandu, e passaram por um processo de recuperação da zona ripária (Tabela 1). A área 1 tem 1,30 ha, e um enriquecimento florestal com 655 mudas de espécies arbóreas nativas, realizado em 04/12/2014. A área 2 tem 0,17 ha, e um plantio de 1.500 mudas de espécies arbóreas nativas, realizado em 04/12/2013. A área 3 tem 0,18 ha, e um plantio de 890 mudas de espécies arbóreas nativas, realizado em 15/12/2013.

Em cada área foram mensurados e analisados parâmetros da cobertura florestal, tipos de erosão hídrica e atributos do solo. Em seguida, efetuou-se a avaliação da qualidade das zonas ripárias.

Análise da cobertura florestal

A análise da cobertura florestal foi realizada em 2 etapas:

1ª Etapa: quantificou-se a área de vegetação florestal (Tabela 2), com o software QGIS 2.10.1 (QGIS Development Team, 2015), imagens de satélite no software Google Earth (alta resolução espacial) e a

ferramenta adicionar polígono. As imagens foram registradas nos dias 14/07/2008 (antes dos plantios) e 15/06/2017 (30 a 42 meses após os plantios) (Figuras 1, 2 e 3).

2ª Etapa: mensuraram-se as intensidades luminosas dentro (abaixo do dossel) e fora da área de plantio (a pleno sol) (Tabela 2), simultaneamente, com um Luxímetro (modelo LD-650 digital), aos 25 meses após o plantio na área 1 e 37 meses nas áreas 2 e 3.

Tabela 1. Espécies utilizadas para o enriquecimento e reflorestamento nas zonas ripárias, município de Rolim de Moura/RO, Brasil

Espécie	Número de mudas		
	Área 1	Área 2	Área 3
<i>Amburana acreana</i> (Ducke A.C.Sm.)	96	140	70
<i>Aspidosperma desmanthum</i> Muell Arg.	54	-	-
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	97	70	-
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St-Hil.) Ravenna	-	80	80
<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	54	-	-
<i>Genipa americana</i> L.	-	210	150
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	-	70	70
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	96	70	30
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	-	210	130
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	-	40	80
<i>Inga edulis</i> Mart.	-	20	-
<i>Inga vera</i> Willd.	-	40	40
<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	54	-	-
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	96	70	-
<i>Mauritia flexuosa</i> L.	-	80	80
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	-	140	-
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urban.	-	70	70
<i>Sterculia striata</i> (A. St. Hill) Naudin	-	40	40
<i>Swietenia macrophylla</i> King	54	40	30
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	-	70	-
<i>Tamarindus indica</i> L.	54	-	-
<i>Theobroma cacao</i> L.	-	-	20
<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) Schum.	-	40	-
Total de mudas	655	1.500	890

Fonte: Ecoporé (2017).

Tabela 2. Cobertura florestal e intensidade luminosa nas zonas ripárias em recuperação, Rolim de Moura/RO, Brasil

Parâmetro	Unidade	Descrição	Área		
			1	2	3
Cobertura florestal	ha e %	Antes do plantio	0,52 e 40,00	0,02 e 11,76	0,00 e 0,00
		Após o plantio	0,89 e 68,46	0,15 e 88,24	0,13 e 72,22
Intensidade luminosa	Lux	A pleno sol	1.553	1.296	1.307
		Abaixo do dossel	83	216	1.259

Análise da erosão hídrica do solo

A erosão hídrica¹ é o processo de perda de solo pela ação da água. E a classificação dos tipos de erosão nas áreas de estudos ocorreu por meio de uma análise visual (Tabela 3), com a comparação entre os dados de campo e dados da literatura (Tabela 4).

Tabela 3. Tipos de erosões hídricas nas zonas ripárias em estudo, Rolim de Moura/RO, Brasil.

Classe	Área		
	1	2	3
Laminar	ausente	presente	presente
Sulco	ausente	ausente	ausente
Ravina	ausente	ausente	presente
Voçoroca	ausente	ausente	ausente

¹ Proveniente das precipitações pluviométricas, e ocorre inicialmente na forma laminar, evoluindo para sulco, ravina e voçoroca, com o passar do tempo (Guerra, 1997).

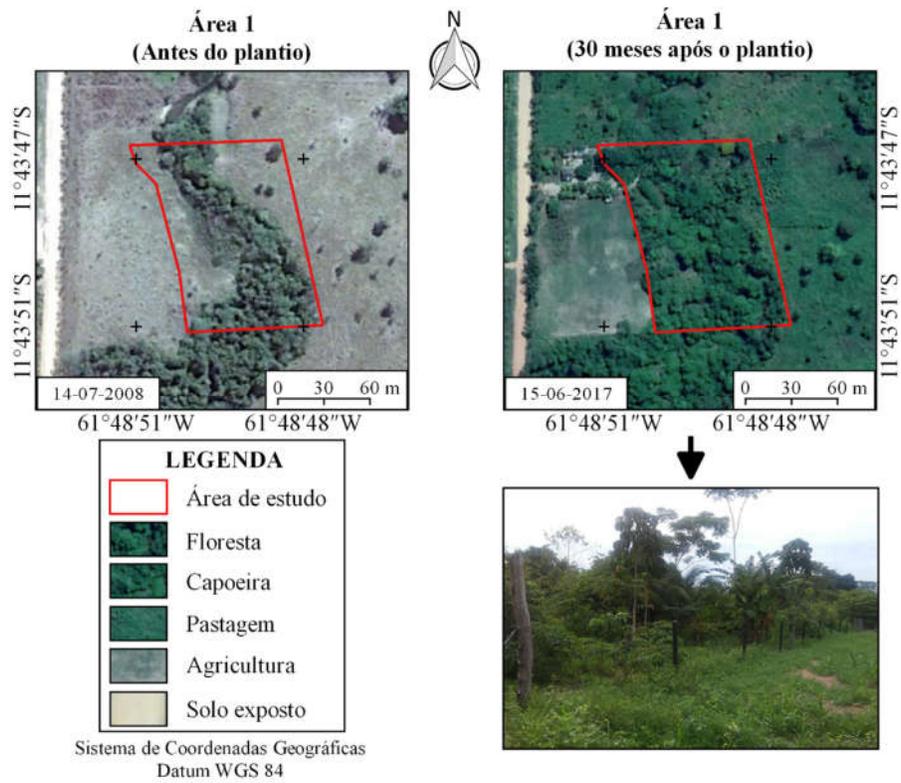


Figura 1. Cobertura do solo na área 1, antes e após o plantio das espécies arbóreas, no município de Rolim de Moura/RO, Brasil. Fonte: adaptado de *Google Earth*.

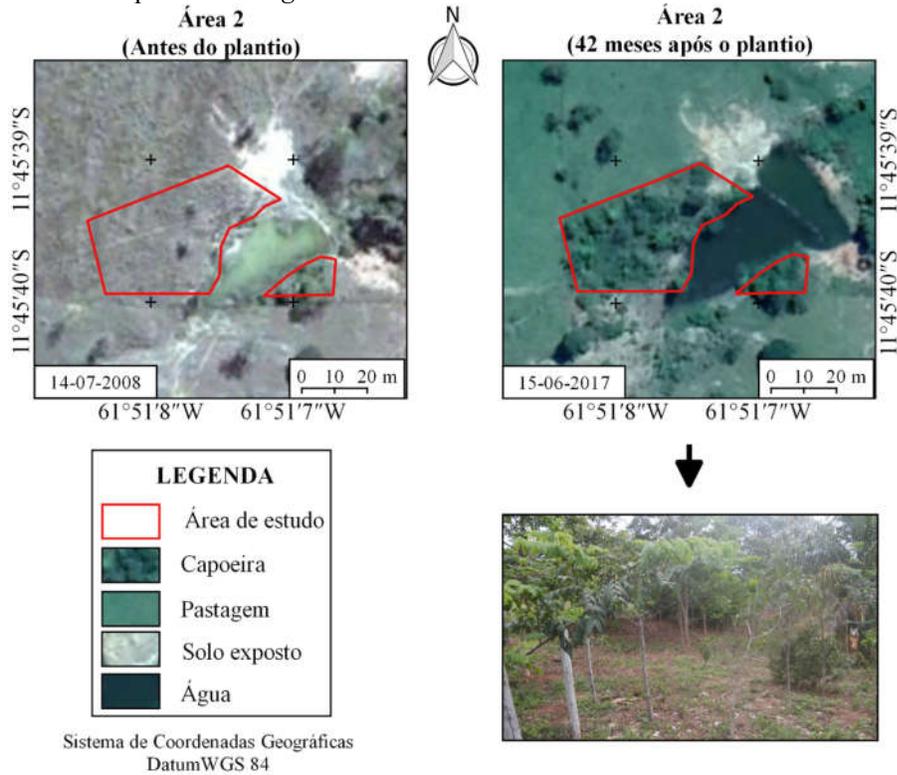


Figura 2. Cobertura do solo na área 2, antes e após o plantio das espécies arbóreas, no município de Rolim de Moura/RO, Brasil. Fonte: adaptado de *Google Earth*.

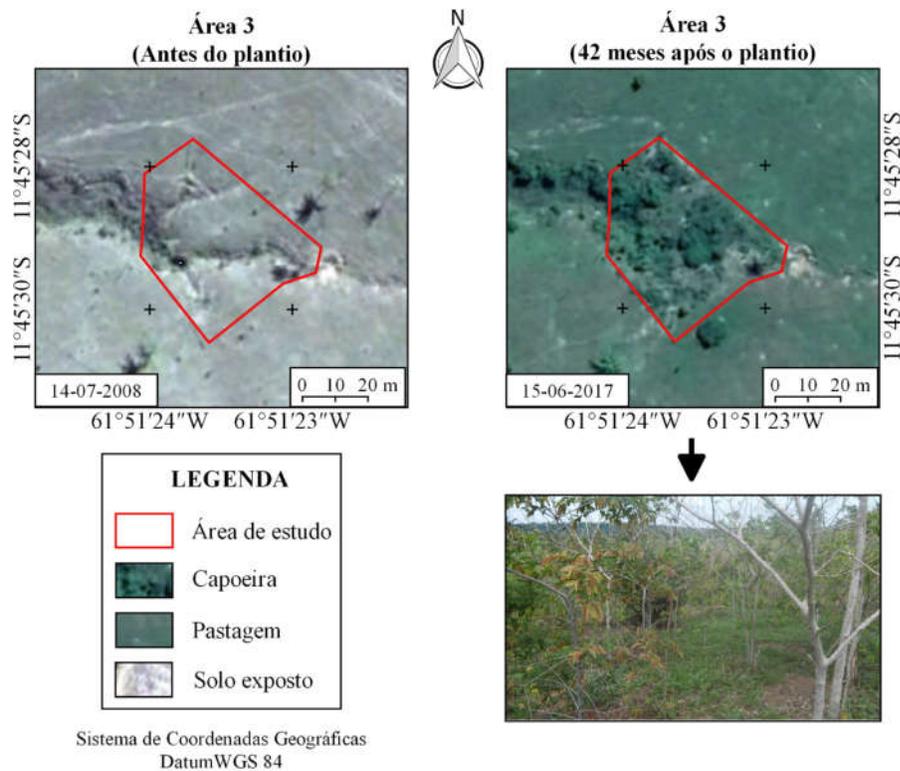


Figura 3. Cobertura do solo na área 3, antes e após o plantio das espécies arbóreas, no município de Rolim de Moura/RO, Brasil. Fonte: adaptado de *Google Earth*.

Tabela 4. Estágio, classificação e definição dos tipos de erosão hídrica do solo.

Estágio	Classe	Definição	Fonte
1	Laminar	Processo caracterizado pelo arraste uniforme e suave das partículas de solo na superfície do terreno, sem haver a formação de sulcos ou ravinas.	Guerra (1999)
2	Sulco	Forma-se com a concentração do escoamento superficial nas depressões da superfície do terreno, e tem profundidade máxima de 30 cm.	Foster (1982)
3	Ravina	Corresponde há um canal formado pelo escoamento pluvial concentrado, com profundidade entre 30 e 50 cm.	Guerra (1999)
4	Voçoroca	As ravinas podem aumentar em dimensão podendo evoluir para voçorocas, ultrapassando 50 cm de profundidade.	Guerra (1999)

Coleta e análise do solo

Em cada área foi coletada uma amostra composta de solo (07/02/2017), formada por 10 amostras simples, a uma profundidade de 0-40 cm, com um trado holandês. Em seguida, realizaram-se as análises dos atributos químicos acidez ativa (pH em água, 1:2,5), acidez trocável (Al^{3+}), acidez potencial ($H+Al$), fósforo (P), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^+), matéria orgânica do solo (MOS) (EMBRAPA, 2011), e mensuraram-se os atributos CTC efetiva, CTC total, soma de bases (SB), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%) (Alvarez V. *et al.*, 1999) (Tabela 5). Para auxiliar na interpretação dos teores de P, analisou-se a granulometria do solo (EMBRAPA, 2011) (Tabela 5).

Avaliação da qualidade das zonas ripárias

A análise da zona ripária foi realizada com um índice de qualidade, elaborado com indicadores provenientes da cobertura florestal (luminosidade abaixo do dossel e cobertura após o plantio), erosão hídrica e solo. A análise foi realizada em cada uma das áreas de estudo, em 3 etapas:

1ª Etapa: definição da classe de qualidade para cada indicador, com base nos valores dos indicadores em cada área (Tabela 6) e valores de referência para as classes (Tabela 7).

Tabela 5. Valores dos atributos químicos e físicos do solo nas zonas ripárias, município de Rolim de Moura/RO, Brasil

Atributo	Unidade	Área		
		1	2	3
pH (água - 1:2,5)	--	4,89	4,60	4,51
Fósforo (P)	mg dm ⁻³	4,38	2,04	1,50
Potássio (K ⁺)	mg dm ⁻³	39,1	19,55	39,1
Cálcio (Ca ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,58	0,73	0,52
Magnésio (Mg ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,47	1,92	3,63
Sódio (Na ⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,09	0,00	0,04
Alumínio (Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,13	0,13	0,25
Acidez potencial (H+Al)	cmol _c dm ⁻³	4,37	4,16	4,01
Soma de bases	cmol _c dm ⁻³	1,24	2,70	4,30
CTC efetiva	cmol _c dm ⁻³	1,36	2,83	4,55
CTC total	cmol _c dm ⁻³	5,61	6,85	8,31
Matéria orgânica do solo	dag kg ⁻¹	0,54	0,77	0,57
Saturação por bases	%	22,11	39,36	51,69
Saturação por alumínio	%	9,49	4,59	5,51
Areia	g kg ⁻¹	508	443	528
Silte	g kg ⁻¹	232	148	172
Argila	g kg ⁻¹	260	410	300
Textura	--	Franco argilo arenoso	Argila	Franco argilo arenoso

2ª Etapa: mensuração do peso dos indicadores, em 2 fases:

1) Padronização dos valores dos indicadores com a equação 1.

$$VP = \frac{Ai - Bi}{Ci} \quad (\text{Equação 1})$$

onde: VP = valor padronizado; Ai = valor do indicador i; Bi = média do indicador i; Ci = desvio padrão do indicador i.

2) Análise de componentes principais, obtenção dos autovalores (módulo) e mensuração dos pesos dos indicadores (Tabela 8). Para a mensuração dos pesos dos indicadores foi utilizado a equação 2.

$$PIi = \frac{[(CP1ix0,603) + (CP2ix0,397)]}{\Sigma[(CP1ix0,603) + (CP2ix0,397)]} \quad (\text{Equação 2})$$

onde: PIi = peso do indicador i; CP1i = valor do indicador i no componente principal 1; CP2i = valor do indicador i no componente principal 2.

3ª Etapa: mensuração e classificação da qualidade da zona ripária, com a equação 3 e tabela 7, respectivamente.

$$IQZR = (CI1xPI1) + (CI2xPI2) + \dots + CInxPI_n$$

onde: IQZR = índice de qualidade da zona ripária; CI1 = classe do indicador 1; PI1 = peso do indicador 1; CI2 = classe do indicador 2; PI2 = peso do indicador 2; CIn = classe do indicador n; PI_n = peso do indicador n.

Recomendação de corretivos e adubos

A recomendação foi realizada com base nos resultados das análises de solo e manuais de recomendação de corretivos e fertilizantes, considerando os atributos químicos mais limitantes do solo para o crescimento e desenvolvimento de espécies florestais nativas da região. A espécie *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O.

Grose, também conhecida por ipê amarelo, obteve os melhores crescimentos com a saturação por bases de 70% (Vieira & Weber, 2017), portanto, este valor foi considerado como referência para a mensuração da necessidade de calagem nas zonas ripárias. Para a adubação, utilizou-se como referência a espécie *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll. Arg.

Tabela 6. Classes de interpretação para análise da qualidade dos indicadores da cobertura florestal, tipos de erosão hídrica e atributos do solo

Descrição	Atributo	Unidade	Nível de qualidade do indicador					Fonte
			Muito baixo (5)	Baixo (4)	Médio (3)	Bom (2)	Muito bom (1)	
Cobertura florestal	Abrangência da cobertura	%	0,00-20,00	20,01-40,00	40,01-60,00	60,01-80,00	80,00-100,00	Autores
	Intensidade luminosa*	Lux	≥ 2.310	1.323-2.309	991-1.322	210-990	≤ 209	Adaptado de Conceição (1977)
Tipos de erosão	Erosão hídrica do solo	--	Voçoroca	Ravina	Sulco	Laminar	Ausente	Autores
Fertilidade do solo	pH em H ₂ O	--	< 4,50 > 7,00	4,50 - 4,85 6,70-7,00	4,86 - 5,14 6,4-6,6	5,15 - 5,50 6,01 - 6,30	5,50-6,00	Alvarez V. et al. (1999)
	Matéria orgânica	dag kg ⁻¹	≤ 0,70	0,71 - 2,00	2,01 - 4,00 5,5 - 8,0	4,01 - 7,00	> 7,00	Alvarez V. et al. (1999)
	Fósforo (P)	mg dm ⁻³	≤ 2,7 ^{4/} ≤ 4,0 ^{3/} ≤ 6,6 ^{2/} ≤ 10,0 ^{1/}	2,8 - 5,4 4,1 - 8,0	8,1 - 12,0 12,1 - 20,0	8,1 - 12,0 20,1 - 30,0	> 12,0 > 18,0 > 30,0 > 45,0	Alvarez V. et al. (1999)
	Potássio (K ⁺)	mg dm ⁻³	≤ 15	16 - 40	41 - 70	71 - 120	> 120	Alvarez V. et al. (1999)
	Cálcio trocável (Ca ²⁺)	cmolc dm ⁻³	≤ 0,40	0,41 - 1,20	1,21 - 2,40	2,41 - 4,00	> 4,00	Alvarez V. et al. (1999)
	Magnésio trocável (Mg ²⁺)	cmolc dm ⁻³	≤ 0,15	0,16 - 0,45	0,46 - 0,90	0,91 - 1,50	> 1,50	Alvarez V. et al. (1999)
	Acidez trocável (Al ³⁺)	cmolc dm ⁻³	> 2,00	1,01 - 2,00	0,51 - 1,00	0,21 - 0,50	≤ 0,20	Alvarez V. et al. (1999)
	Soma de bases (SB)	cmolc dm ⁻³	≤ 0,60	0,61 - 1,80	1,81 - 3,60	3,61 - 6,00	> 6,00	Alvarez V. et al. (1999)
	Acidez potencial (H+Al)	cmolc dm ⁻³	> 9,00	5,01 - 9,00	2,51 - 5,00	1,01 - 2,50	≤ 1,00	Alvarez V. et al. (1999)
	CTC efetiva	cmolc dm ⁻³	≤ 0,80	0,81 - 2,30	2,31 - 4,60	4,61 - 8,00	> 8,00	Alvarez V. et al. (1999)
	CTC a pH7	cmolc dm ⁻³	≤ 1,60	1,61 - 4,30	4,31 - 8,60	8,61 - 15,00	> 15,00	Alvarez V. et al. (1999)
	Saturação por Al ³⁺ (m)	%	> 75,0	50,1 - 75,0	30,1 - 50,0	15,1 - 30,0	≤ 15,0	Alvarez V. et al. (1999)
	Saturação por bases (V)	%	≤ 20,0	20,1 - 40,0	40,1 - 60,0	60,1 - 80,0	> 80,0	Alvarez V. et al. (1999)

*: representa a densidade da cobertura florestal sobre o solo; ^{1/}, ^{2/}, ^{3/} e ^{4/}: solo com teores de 0-15, 15-35, 35-60 e 60-100% de argila, respectivamente.

Tabela 7. Classes de qualidade para avaliação da zona ripária, Rolim de Moura/RO, Brasil

Índice de qualidade	Classe
Muito alto	1
Alto	2
Médio	3
Baixo	4
Muito baixo	5

Tabela 8. Análise de componentes principais e peso dos indicadores para avaliação da qualidade da zona ripária, Rolim de Moura/RO, Brasil.

Indicador	CP-1	CP-2	Peso
Cobertura florestal	0,1096	0,3911	0,0608
Luminosidade	0,0644	0,4087	0,0542
Erosão hídrica	0,2937	0,1411	0,0690
pH	0,3100	0,0484	0,0624
Matéria orgânica do solo	0,3041	0,0936	0,0660
Fósforo (P)	0,0920	0,3991	0,0583
Potássio (K ⁺)	0,3077	0,0696	0,0642
Cálcio (Ca ²⁺)	0,0555	0,4110	0,0528
Magnésio (Mg ²⁺)	0,0318	0,4155	0,0489
Alumínio (Al ³⁺)	0,3041	0,0938	0,0660
Soma de bases	0,3055	0,0852	0,0654
Acidez potencial (H+Al)	0,2382	0,2699	0,0720
CTC efetiva	0,3110	0,0346	0,0612
CTC total	0,3043	0,0928	0,0660
Saturação por alumínio	0,3110	0,0347	0,0612
Saturação por bases	0,2704	0,2083	0,0716
Total	3,6133	3,1974	1,0000
Nível de explicação da CP (%)	64,17	35,83	--

CP: componente principal.

Resultados e discussão

Qualidade das zonas ripárias

As três zonas ripárias têm níveis de qualidade semelhantes, considerados médios (≈ 3), e como principais limitantes os atributos P > matéria orgânica > K⁺ = Ca²⁺ > pH = saturação por bases > CTC efetiva > soma de bases (Tabela 9). O crescimento e o desenvolvimento das plantas está diretamente associado com a fertilidade do solo (Meurer, 2007). Portanto, a qualidade das zonas ripárias depende da qualidade da cobertura florestal, e esta depende da qualidade do solo.

Tabela 9. Níveis de qualidade das zonas ripárias, e atributos mais limitantes a recuperação das áreas em estudo, Rolim de Moura/RO, Brasil.

Atributo	Área			Atributos mais limitantes
	1	2	3	
----- Nível de qualidade -----				
Fósforo (P)	5	5	5	1°
Matéria orgânica	5	4	5	2°
Potássio (K ⁺)	4	4	4	3°
Cálcio (Ca ²⁺)	4	4	4	3°
pH em H ₂ O	3	4	4	4°
Saturação por bases	4	4	3	4°
CTC efetiva	4	3	3	5°
Soma de bases (SB)	4	3	2	6°
Acidez potencial (H+Al)	3	3	3	7°
CTC total	3	3	3	7°
Erosão hídrica do solo	1	2	4	8°
Intensidade luminosa*	1	2	3	9°
Magnésio (Mg ²⁺)	3	1	1	10°
Abrangência de cobertura	2	1	2	11°
Acidez trocável (Al ³⁺)	1	1	2	12°
Saturação por Al ³⁺	1	1	1	13°
IQZR	3,00	2,84	3,08	--

*: representa a densidade da cobertura florestal sobre o solo; IQZR: índice de qualidade da zona ripária; 1: muito alto; 2: alto; 3: médio; 4: baixo; 5: muito baixo.

Qualidade da cobertura florestal

Antes da implantação dos projetos de recuperação as coberturas florestais abrangiam 40,00, 11,76 e 0,00% das áreas 1, 2 e 3, respectivamente, de modo que o restante das áreas estavam cobertas com pastagens

ou com solo exposto. A atividade de pecuária com cultivo de *Brachiaria brizanta* cv. marandu é a principal atividade da região (Vendruscolo *et al.*, 2019a; 2019b), e pode ocasionar a exposição do solo em zonas ripárias devido ao pisoteio animal. Em alguns casos o pisoteio animal nas zonas ripárias é o responsável pela formação de erosões hídricas, como constatado por Domingues *et al.* (1998) na microbacia do Ribeirão Água da Cachoeira. A erosão hídrica resulta nas perdas de solo, matéria orgânica e nutrientes (Lobato *et al.*, 2009), e reduz a capacidade de resiliência da vegetação nativa.

A abrangência das coberturas florestais após os plantios variaram de 68,46 a 88,24% (qualidade boa a muito boa), enquanto a intensidade luminosa abaixo dos dosséis variaram de 83 a 1.259 lux (qualidade média a muito alta). Esses resultados denotam que há uma boa abrangência da cobertura florestal nas áreas de estudo, contudo, há baixa densidade de cobertura em algumas regiões, com destaque para as áreas 2 e 3. Neste contexto, verifica-se que é necessário aumentar a qualidade da cobertura florestal para se mitigar os problemas com erosões hídricas, já constatados nas referidas áreas (erosão laminar e ravina, respectivamente), e promover condições adequadas para o avanço dos estágios sucessionais. Além de atuar como barreira física às gotas de chuva, a cobertura florestal densa favorece a regeneração das espécies tardias, formadoras de bancos de plântulas e, conseqüentemente, a regeneração das espécies arbustivo-arbóreas (Martins, 2001).

Qualidade do solo

A matéria orgânica é considerada um atributo chave para a manutenção da fertilidade do solo em regiões tropicais, por influenciar positivamente os atributos químicos, físicos e biológicos do solo (Dufranc *et al.*, 2004). A matéria orgânica é responsável por disponibilizar nutrientes (Fioreze & Ceretta, 2006), complexar micronutrientes (Lana *et al.*, 2017) e elementos tóxicos as plantas (Pavinato & Rosolem, 2008), elevar a CTC de solos com argila de baixa atividade (Ciotta *et al.*, 2003), estabilizar os agregados (Castro Filho, Muzilli & Podanoschi, 1998), reduzir a densidade do solo (Viana *et al.*, 2011), aumentar a capacidade de armazenamento de água (Meurer, 2000), disponibilizar nutrientes para os microrganismos (Xavier *et al.*, 2006) e favorecer o crescimento e desenvolvimento da cobertura vegetal (Meurer, 2007). Portanto, devem ser adotados práticas integradas de manejo conservacionistas para aumentar os teores de matéria orgânica nos solos das zonas ripárias em estudo, considerados muito baixo nas áreas 1 e 3, e baixo na área 2, de acordo com a classificação de Alvarez V. *et al.* (1999).

Para aumentar os teores de matéria orgânica deve-se inicialmente corrigir a acidez do solo, para o pH alcançar a faixa de 5,5 a 6,0, visto que nesta faixa tem-se uma disponibilidade equilibrada de macronutrientes e micronutrientes, e baixa disponibilidade de alumínio (Sousa, Miranda & Oliveira, 2007). Em seguida, realizar a adubação para disponibilizar os nutrientes limitantes para as plantas (Tabelas 5 e 9). E posteriormente, realizar o cultivo de plantas de cobertura associado com práticas mecânicas, para reduzir o impacto das precipitações pluviométricas e o escoamento superficial, e aumentar a infiltração e armazenamento de água no solo. Estes procedimentos serão descritos detalhadamente a seguir.

Os valores de pH variaram de 4,51 a 4,89 (Tabela 5). Para aumentar estes valores recomenda-se a aplicação de 2,69, 2,10 e 1,52 t ha⁻¹ de calcário calcítico, para as áreas 1, 2 e 3, respectivamente. A aplicação de calcário calcítico também tem como objetivos elevar os teores de cálcio (baixos em todas as áreas) e magnésio (principalmente na área 1), e aumentar a relação Ca:Mg dos solos, que se encontram atualmente na proporção de 0,14:1 a 1,23:1 (Tabela 5). O calcário calcítico tem 30 a 40% de CaO e 1 a 5% de MgO (Ferreira & Cravo, 2007), e a relação Ca:Mg mais adequada para a maioria das culturas está entre 3:1 e 4:1 (Alvarez V. & Ribeiro, 1999).

A baixa disponibilidade de Ca²⁺ ocasiona reduções no crescimento radicular e dos brotos, e diminui a tolerância ao estresse por calor e vento (Yamada & Abdalla, 2007), por estar associado à estrutura e resistência da parede celular (Taiz & Zeiger, 2004). Em trabalho realizado por Salvador *et al.* (2011), constatou-se que a relação Ca:Mg de 3:1 é a mais adequada, por proporcionar um equilíbrio no teor foliar dos nutrientes de cálcio, magnésio e potássio.

Os teores de fósforo são considerados muito baixos nas três áreas de estudo. A baixa disponibilidade de P em solos da região tropical é descrita por outros autores (Bonser *et al.*, 1996; Rocha *et al.*, 2005), sugerindo baixa fertilidade natural com relação a esse macronutriente. O fósforo é o elemento que exige maior atenção em solos tropicais, devido a sua baixa disponibilidade natural (Prado, Vale & Romualdo, 2005), principalmente no período de estabelecimento das mudas de plantas perenes, que apresentam elevada demanda no período inicial de crescimento (Novais & Smyth, 1999).

A baixa disponibilidade de P em solos tropicais está relacionado principalmente com a adsorção em óxidos, hidróxidos e oxihidróxidos de Fe e Al (Shen *et al.*, 2011). Em solos com baixos teores de P geralmente encontram-se plantas com sistema radicular pouco desenvolvido, o que dificulta a absorção de água e nutrientes (Silva & Delatorre, 2009). Em face ao exposto, inicialmente recomenda-se a correção do solo

(descrito anteriormente), para reduzir a adsorção do P, em seguida a aplicação de 50 g planta⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅, uma vez que os teores de P no solo encontram-se < 10 mg dm⁻³, e posteriormente para 30 e 15 g planta⁻¹ ano⁻¹ quando os teores de P no solo alcançarem 11-20 e > 20 mg dm⁻³, respectivamente (Viégas & Pinheiro, 2007).

Os teores de potássio são considerados baixos nas três áreas (Tabela 5). A baixa disponibilidade de K⁺ tende a afetar negativamente o crescimento e o desenvolvimento da cobertura florestal, por ser fundamental em vários processos bioquímicos e fisiológicos dos vegetais, incluindo a potencialização no aproveitamento do N (Viana & Kiehl, 2010). Para elevar os teores deste macronutriente no solo é necessário a aplicação de 50 g planta⁻¹ ano⁻¹ de K₂O, visto que os teores atuais são < 40 mg dm⁻³. Posteriormente, pode ser aplicado 30 ou 50 g planta⁻¹ ano⁻¹ de K₂O, quando os teores no solo chegarem de 41 a 90 mg dm⁻³ e > 90 mg dm⁻³, respectivamente (Viégas & Pinheiro, 2007). O potássio é um elemento com alta propensão a lixiviação por isso deve ser aplicado de forma parcelada (Raij *et al.*, 1997), a primeira aplicação no início do período chuvoso e a segunda no final (Viégas & Pinheiro, 2007).

Para aumentar a produção de biomassa também é necessário a aplicação de 60 g planta⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio (N), ou o plantio anual de *Pueraria phaseoloides* para fixação biológica de N (Viégas & Pinheiro, 2007). A Puerária é capaz de fixar nitrogênio, aproximadamente 117 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (Calegari, 1995), e deve ser incorporada ao sistema no início da fase de florescimento.

Com relação as práticas mecânicas de manejo do solo, é recomendado o uso combinado de plantios em contorno, proveniente de plantas para adubação verde e enriquecimento florestal, e terraceamento, para aumentar a infiltração de água no solo, reduzir o escoamento superficial e, conseqüentemente, as erosões hídricas (Bertoni & Lombardi Neto, 2014). Essas práticas devem ser adotadas principalmente na área 3, a qual tem presença de erosões classificadas como laminares e ravinas.

É interessante salientar, que as zonas ripárias devem permanecer isoladas do acesso animal. O isolamento das áreas tem por objetivo evitar o desmoronamento das margens dos rios, erosões hídricas (Domingues *et al.*, 1998), morte das mudas por pisoteio (Pinto *et al.*, 2005) e contaminação dos recursos hídricos (Martins & Dias, 2001). A adubação deve ser realizada até a recuperação das coberturas florestais nas zonas ripárias.

Conclusões

As zonas ripárias têm médio nível de qualidade, e como principais limitantes ao crescimento e desenvolvimento da cobertura florestal os baixos valores de fósforo, matéria orgânica, potássio, cálcio, pH, saturação por bases, CTC efetiva e soma de bases.

Para melhorar a qualidade da zona ripária na área 1 recomenda-se a aplicação de 2,69 t ha⁻¹ de calcário calcítico, 50 g planta⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅, 50 g planta⁻¹ ano⁻¹ de K₂O e 60 g planta⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio ou o plantio anual de *Pueraria phaseoloides*.

Nas áreas 2 e 3, recomenda-se a aplicação de 2,10 t ha⁻¹ e 1,52 t ha⁻¹ de calcário calcítico, respectivamente, e as mesmas doses para o fornecimento de N, P e K recomendada para a área 1. Nestas áreas também é necessária a adoção de práticas de manejo conservacionista do solo, para aumentar a infiltração de água e reduzir o escoamento superficial, para mitigar os problemas ocasionados pela erosão hídrica.

Nas três áreas é importante realizar a análise de solo anualmente, para monitorar a fertilidade do solo e planejar as futuras recomendações de corretivos e fertilizantes, até a recuperação das coberturas florestais nas zonas ripárias.

Referências bibliográficas

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Goncalves, J. L. M. & Sparovek, G. (2014). Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. doi: <http://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Alvarez V., Novais, R. F. Barros, N. F., Cantarutti, R. B. & Lopes, A. S. (1999). Interpretação dos resultados das análises de solos. Em: A. C. Ribeiro [et al.]. (Eds). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 5ª Aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, Viçosa, pp. 25-32.
- Alvarez V., V. H. & Ribeiro, A. C. (1999). Calagem. Em: A. C. Ribeiro [et al.]. (Eds). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 5ª Aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, Viçosa, pp. 41-60.
- Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. (2014). *Conservação do solo*. Ícone, São Paulo, 355p.

- Bonser, A. M., Lych, J. P. & Sieglinde, S. (1996). Effect of phosphorus deficiency on growth angle of basal roots in *Phaseolus vulgaris*. *New Phytologist*, 132, 281-288. <http://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1996.tb01847.x>
- Calegari, A. (1995). *Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná*. IAPAR, Londrina, 118p.
- Casatti, L. (2010). Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna. *Biota Neotropica*, 10(4), 31-4. <http://dx.doi.org/10.1590/S16760603201000-0400002>
- Castro Filho, C., Muzilli, O. & Podanoschi, A. L. (1998). Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22:527-538. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831998000300019>
- Cavalheiro, W. C. S., Vendruscolo, J., Santos, L. M. H. & Santos, A. M. dos. (2015). Impacto da colonização na Zona da Mata Rondoniense, Amazônia Ocidental-Brasil. *Revista Geográfica Venezuelana*, 56(1): 41-57.
- Ciotta, M. N., Bayer, C., Fontoura, S. M. V., Ernani, P. R. & Albuquerque, J. A. (2003). Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. *Ciência Rural*, 33(6), 1161-1164. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782003000600026>
- Conceição, P. N. da. (1977). Alguns aspectos ecofisiológicos de floresta tropical úmida de terra firme. *Acta Amazônica*, 7(2), 157-178. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-43921977072157>
- Domingues, E. N., Rossi, M., Mattos, I. F. A., Abe, K. & Kitada, M. (1998). Tipologia e distribuição dos processos erosivos na microbacia do Ribeirão Água da Cachoeira, em Paraguaçu Paulista, SP. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22(1), 141-149. <http://dx.doi.org/10.1590/S010006831998000100019>
- Dufranc, G., Dechen, S. C. F., Freitas, S. S. & Camargo, O. A. (2004). Atributos físicos, químicos e biológicos relacionados com a estabilidade de agregados em dois Latossolos em plantio direto no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28(3), 505-517. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832004000300012>
- Ecoporé - Ação Ecológica Guaporé. (2017). Banco de dados disponível no escritório, das áreas implantadas pelos projetos de recuperação da Ação Ecológica Guaporé no Município de Rolim de Moura - RO.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2011). Centro Nacional de Pesquisas de Solos. *Manual de métodos de análises de solos*. 2.ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 230p.
- Fernandes, L. C. & Guimarães, S. C. P. (2003). *Atlas Geoambiental de Rondônia*. SEDAM, Porto Velho, 151 p.
- Ferreira, C. P. & Cravo, M. da. S. (2007). Fertilizantes minerais. Em: M. da. S. Cravo [et al.]. (Eds). *Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará*. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, pp. 57 a 68.
- Fioreze, C. & Ceretta, C. A. (2006). Fontes orgânicas de nutrientes em sistemas de produção de batata. *Ciencia Rural*, 36(6), 1788-1793. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000600018>
- Foster, G. R. (1982). Modelling the erosion process. In: C.T. Haan [et al.]. (Eds). *Hydrologic modelling of small watersheds*, ASAE, St. Joseph, Mich., pp. 296- 380.
- Franca, R. R. (2015). Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. *Revista Geografias*, 11(1): 44-58.
- Gomes, M. A. F. & Filizola, H. F. (2006). *Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola*. EMBRAPA Meio Ambiente, Jaguariúna, 8p.
- Guerra, A. J. T. (1999). O início do processo erosivo. Em: A. J. T. Guerra [et al.]. (Eds). *Erosão e conservação dos solos-conceitos, temas e aplicações*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, pp. 17-55.
- Guerra, A. J. T. (1997). Ravinas: processo de formação e desenvolvimento. *Anuário do Instituto de Geociências*, 20: 9-26.
- INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. (2019). Acervo fundiário. Recuperado de <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php> (acessado em: 27/12/2019)
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2015). Desflorestamento nos Municípios da Amazônia Legal para o ano de 2015. Recuperado de <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php> (acessado em: 07/03/2017).
- Kosmas, C., Poesen, J. & Briassouli, H. (1999). Indicadores-chave de desertificação a escala das ESA. Em: C. Kosmas [et al.]. (eds.). *The Medalus project Mediterranean desertification and land use: Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification*. European Communities, Luxembourg, pp.13-30.

- Lana, R. M. Q., Silva, A. A., Nicchio, B., Peixoto, J. V. M. & Moraes, E. R. de. (2017). Micronutrientes catiônicos: fontes, doses e ambientes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 12(3), 332-339. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v12i3a5460>
- Lobato, F. A. O., Andrade, E. M., Meireles, A. C. M., Santos, J. C. N. & Lopes, J. F. B. (2009). Perdas de solo e nutrientes em área de Caatinga decorrente de diferentes alturas pluviométricas. *Revista Agro@ambiente On-line*, 3(2), 65-71. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v3i2.2477>
- Martins, S. V. (2001). *Recuperação de Matas Ciliares*. Aprenda Fácil, Viçosa, 143p.
- Martins, S. V. & H. C. T. Dias. (2001). Importância das florestas para a qualidade e quantidade da água. *Revista Ação Ambiental*, 4(20): 14-16.
- Meurer, E. J. (2000). *Fundamentos de química do solo*. Gênese, Porto Alegre, 174p.
- Meurer, E. J. (2007). Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Em: R. F. Novaes [et al.]. (Eds). *Fertilidade do solo*. 1ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, pp. 66-82.
- Novais, R. F. & Smyth, T. J. (1999). *Fósforo em solos e planta em condições tropicais*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 399p.
- Pavinato, P. S. & Rosolem, C. A. (2008). Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(3), 911-920. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000300001>
- Pinto, L. V. A., Botelho, S. A., Oliveira Filho, A. T. & Davide, A. C. (2005). Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. *Revista Árvore*, 29(5), 775-793. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000500013>
- Piontekowski, V. J., Matricardi, E. A. T., Pedlowski, M. A. & Fernandes, L. C. (2014). Avaliação do desmatamento no estado de Rondônia entre 2001 e 2011. *Floresta e Ambiente*, 21(3), 297-306. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.068213>
- Prado, R. M., Vale, D. W. & Romualdo, L. M. (2005). Fósforo na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro. *Acta Scientiarum: Agronomy*, 7(3): 493-498. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v27i3.1461>
- QGIS Development Team. (2015). QGIS Geographi Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Recuperado de <http://qgis.osgeo.org>.
- Raij, B. V., Cantarella, H., Quaggio, J. A. & Furlani, Â. M. C. (1997). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 285 p.
- Rocha, A. T., Duda, G. P., Nascimento, C. W. A. & Ribeiro, M. R. (2005). Fracionamento de fósforo e avaliação de extratores de P-disponível em solos da ilha de Fernando de Noronha. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(2), 178-184. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000500005>
- Rodrigues, V. H. P., Lopes, S. F., Araújo, G. J. & Schiavini, I. (2010). Composição, estrutura e aspectos ecológicos da floresta ciliar do rio Araguari no Triângulo Mineiro. *Hoehnea*, 37(1), 87-105. <http://dx.doi.org/10.1590/S2236-89062010000100006>
- Salvador, J. T., Carvalho, T. C. & Lucchesi, L. A. C. (2011). Relações cálcio e magnésio no solo e teores foliares de macronutrientes. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, 9(1), 27-32. <http://dx.doi.org/10.7213/cienciaanimal.v9i1.11060>
- Shen, J.; Yuan, L., Zhang, J., Li, H., Bai, Z., Chen, X., Zhang, W. & Zhang, F. (2011). Phosphorus dynamics: from soil to plant. *Plant Physiology*, 156, 997-1005. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.111.175232>
- Silva, A. F., Tronco, K. M. de Q., Vendruscolo, J., Oliveira, J. N. de, Cavalheiro, W. C. S., Rosa, D. M. & Stachiw, R. (2019). Geoprocessamento aplicado a hidrogeomorfometria e índice de desflorestamento na microbacia do rio D'Alincourt, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezolana, especial*, 210-225.
- Silva, A. A. & Delatorre, C. A. (2009). Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 8(2), 152-163.
- SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia. (2006). Pedologia: Rolim de Moura/RO. SIPAM, Porto Velho, 1p.
- Sousa, D. M. G., Miranda, L. N. & Oliveira, S. A. (2007). Acidez do solo e sua correção. Em: Novais, R. F., Alvarez, V. V. H., Barros, N. F., Fontes, R. L. F., Cantarutti, R. B. & Neves, J. C. L. *Fertilidade do solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, pp. 206-223.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2004). *Fisiologia vegetal*. Artmed, Porto Alegre, 719 p.
- Tambosi, L. R., Vidal, M. M., Ferraz, S. F. D. B. & Metzger, J. P. (2015). Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estudos Avançados*, 29(84), 151-162. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142015000200010>

- Tundisi, J. G. (2014). *Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 76p.
- Vendruscolo, J., Cavalheiro, W. C. S., Rosa, D. M., Stachiw, R., Vendruscolo, R., Siqueira, A. da S. & Biggs, T. (2019b). Hidrogeomorfometria e desmatamento na microbacia do rio Manicoré, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezuelana*, especial, 226-241.
- Vendruscolo, J.; Ferreira, K. R.; Vendruscolo, C. F.; Cavalheiro, W. C. S. & Stachiw, R. (2019a). Viabilidade do pagamento por serviços ambientais na microbacia do rio D'Alincourt, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezuelana*, especial, 198-208.
- Viana, E. M. & Kihel, J. C. (2010). Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. *Bragantia*, 69(4), 975-982. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000400024>
- Viana, E. T., Batista, M. A., Tormena, C. A., Costa, A. C. S. da & Inoue, T. T. (2011). Atributos físicos e carbono orgânico em latossolo vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35(6), 2105-2114. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000600025>
- Viégas, I. de J. M. & Pinheiro, E. (2007). Seringueira. Em: M. da. S. Cravo [et al.]. (Eds). *Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará*. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, pp. 185-186.
- Vieira, C. & Weber, O. (2017). Saturação por bases no crescimento e na nutrição de mudas de Ipê-Amarelo. *Floresta e Ambiente*, 24, 1-10. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.001916>
- Yamada, T. & Abdalla, S. R. S. (2007). *Informações recentes para otimização da produção agrícola*. International Plant Nutrition Institute, Piracicaba, 27 p.
- Xavier, F. A. da S., Maia, S. M. F., Oliveira, T. S. de. & Mendonça, E. de S. (2006). Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba – CE. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30(2), 247-258. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000200006>