



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Balanço de nutrientes em área com leguminosas

Huezer Viganô Sperandio, Hugo Roldi Guariz, Bruno Hericles Lopes Silva, Tamara Kelly Marques
Rocha Nunes, Ilziane Carmem Martins

Engenheiro Florestal, Doutorando em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, huezer@gmail.com (E-mail correspondente).

Engenheiro Florestal, Professor Instituto Federal Bahiano e-mail hugo.guariz@gmail.com

Engenheiro Florestal, Mestrando em Ciência Florestal Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri email silva.bruno@ufvjm.edu.br

Engenheiro Florestal Mestranda em Ciência Florestal Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, tamaraengf@gmail.com.

Licenciada em Geografia, Mestranda em Ciência Florestal Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e-mail: ilzianemartins2014@gmail.com

Artigo recebido em 31/05/2021 e aceito em 24/05/2022

RESUMO

As espécies leguminosas por suas características de alta deposição de serapilheira e fixação biológica de nitrogênio têm apresentado papel de destaque para a inserção em ambientes degradados. quantificar os nutrientes no solo sob duas espécies de leguminosas (*Mimosa velloziana* Mart e *Tephrosia candida* DC) e em área com Floresta de Tabuleiros, e estimar o balanço de nutrientes no sistema solo-planta na área com as leguminosas. Coletou-se amostras deformadas e indeformadas do solo nas profundidades de 0 – 5, 5 – 15 e 15 – 30 cm, procedendo-se as análises químicas. Verificou-se que os maiores teores de nutrientes estão contidos na camada superficial do solo. O solo sob a Floresta de Tabuleiros apresentou-se mais pobre nutricionalmente que o solo das leguminosas, apresentando, porém, maiores teores de matéria orgânica e nitrogênio total no solo. As leguminosas equipararam-se quanto a fertilidade do solo e ao balanço de nutrientes em seu local de inserção.

Palavras-chave: Qualidade do solo; Reserva Natural Vale; Floresta de Tabuleiros, *Mimosa velloziana* Mart; *Tephrosia candida* DC

Nutrient balance in the system with leguminous

ABSTRACT

Leguminous species, due to their characteristics of high litter deposition and biological nitrogen fixation, play an important role in insertion in degraded environments. quantify nutrients in the soil under two legume species (*Mimosa velloziana* Mart and *Tephrosia candida* DC) and in the area with native forest, and estimate the balance of nutrients in the soil-plant system in the area with legumes. We collected deformed and deformed samples at depths of 0 - 5, 5 - 15 and 15 - 30 cm, proceeding with chemical analysis. It was found that the highest levels of nutrients are contained in the topsoil. The soil under the native forest is found to be poorer than the leguminous soil, presenting, however, higher levels of organic matter and total nitrogen in the soil. As legumes, they were compared in terms of soil fertility and the balance of nutrients at their insertion site.

Key words: Soil quality; Vale Nature Reserve; Tray Forest; *Mimosa velloziana* Mart; *Tephrosia candida* DC

Introdução

A expansão da fronteira agropecuária, ainda baseada no binômio produção-área, as atividades minerais extrativistas e os espaços mal manejados pelo homem, requerem grandes extensões de terra advindas, em algum momento, de processos de desmatamento das florestas naturais existentes, levando muitas vezes, à

degradação ambiental da área (Andrade et al, 2021; Gentil et al., 2019; Bezerra et al., 2020).

A supressão parcial de florestas, aliada à ausência de práticas conservacionistas na agropecuária, trazem consequências diretas para a biodiversidade regional, causando efeitos como a redução do fluxo gênico e extinção de espécies da fauna e flora; e de forma indireta, modificando

fatores abióticos regionais (Kageyama, Gandara, 2003).

A crescente onda de preocupação ambiental em todo o planeta, com especial enfoque na necessidade de recuperação e/ou restauração das áreas degradadas é uma das grandes problemáticas do século XXI, por estar intimamente ligada à perda de quantidade e qualidade dos corpos hídricos, ocorrência de erosão e desertificação (Oliveira et al., 2019).

As metodologias para recuperação das áreas degradadas devem priorizar as espécies que possuam rápido crescimento e que possibilitem melhorias na qualidade do solo, especialmente pelo material orgânico inserido no sistema e pela ciclagem de nutrientes, promovendo um processo de adequação ambiental para os processos de sucessão, seja florestal ou para posterior produção agrícola (Moreira et al., 2021; Rodrigues et al., 2020). Neste cenário, as leguminosas se destacam como espécies potenciais para inserção em ambientes com pouca ou nenhuma resiliência, por possuírem alta deposição de serapilheira e principalmente pela fixação biológica de nitrogênio (NOGUEIRA et al., 2012; Almeida et al., 2019).

A *Mimosa velloziana* Mart. caracteriza-se por ser uma espécie reptante, que atinge aproximadamente um metro de altura, já a *Tephrosia candida* DC. é uma espécie arbustiva, que atinge aproximadamente 2,5 m em altura, possuindo então, formação arquitetônica distintas entre si (Silva et al., 2022). As espécies supracitadas possuem potencial para inserção em projetos de recuperação de áreas degradadas e para adubação verde, pois produzem grande quantidade de biomassa com altos teores de nutrientes (Caldeira et al., 2014; Caldeira et al., 2020; Lemes et al., 2021).

Segundo Longo, Espindola e Ribeiro (1999) ao se considerar a atenuação devido às modificações antrópicas no meio, deve-se observar a estreita relação entre o solo e a vegetação (Costa et al., 2020). Além disso, deve-se utilizar-se de indicadores de qualidade, seja do solo ou da própria vegetação, a fim de se avaliar os mecanismos formados a partir da implantação desses sistemas de recuperação (Silva et al., 2020; Silva et al., 2021; Araujo et al., 2019).

Objetivou-se com este trabalho quantificar os nutrientes no solo sob duas espécies de leguminosas (*M. velloziana* e *T. candida*) e em área com Floresta de Tabuleiros, e estimar o balanço de

nutrientes no sistema solo-planta na área com as leguminosas.

Material e métodos

A área de estudo se localiza na Reserva Natural Vale (RNV), sob as coordenadas geográficas 19° 08' 40" S e 40° 04' 08" W, no município de Linhares, estado do Espírito Santo. A RNV possui cerca de 23 mil ha de Floresta Atlântica, sobre terrenos com pequena variação de altitude, geralmente entre 30 e 60 m acima do nível do mar. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A média das temperaturas mínimas e máximas do ar são de 18,7°C e 29,9°C, respectivamente. A precipitação média anual é de 1.214,6 mm. O solo é classificado como Argissolo Amarelo Distrocoeso.

As espécies leguminosas estão localizadas em uma área denominada “Banco de Leguminosas”, que consiste em monocultivos de 10 diferentes espécies de leguminosas, com 0,5 ha de cada espécie. Para o presente estudo, foram delimitadas três áreas, cada uma com 0,5 ha: área composta por *T. candida*, área composta por *M. velloziana* e área composta por floresta nativa, que se encontrava ao lado do banco de leguminosas.

Antes do plantio das espécies leguminosas em outubro de 2008, na década de 80 as áreas eram ocupadas por *Eucalyptus* sp. com o posterior pousio. O preparo do solo antes do plantio das leguminosas foi realizado via gradagem, posteriormente foi realizado o coveamento manual (0,30 m x 0,30 m x 0,30 m), com espaçamento 2 x 3 m, e fertilização, em cova, com 200 g de superfosfato simples.

A área com floresta de nativa é caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas, na qual a esclerofilia é uma particularidade típica.

Para a amostragem do solo, foram retiradas amostras deformadas e indeformadas, conforme descrito por Santos et al. (2005), nas profundidades de 0 – 5, 5 – 15 e 15 – 30 cm.

As áreas em estudo foram subdivididas em quadrantes e em uma região central, totalizando cinco subáreas. Para as amostras deformadas, em cada subárea, e por profundidade, foram retiradas de forma aleatória seis amostras simples, sendo estas então, homogeneizadas e retirada uma amostra. Logo, de cada área, foram configuradas cinco amostras por profundidade. Este material foi

seco ao ar e peneirado em malha de 2 mm (TFSA). Para as amostras indeformadas foi retirado em cada subárea uma amostra, com auxílio do amostrador de Uhland e anéis volumétricos de Kopernick.

A análise granulométrica (Tabela 1) foi realizada pelo método da pipeta com agitação

mecânica rápida e dispersante químico NaOH a 1 mol L⁻¹ e a densidade do solo (Ds) foi determinada pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997).

Tabela 1. Caracterização física do solo nas áreas em estudo (Floresta nativa e leguminosas - tefrósia e mimosa), nas profundidades de 0-5, 5-15 e 15-30 cm, em Linhares, ES

Cobertura	Argila	Silte	Areia	Classificação textural
Profundidade 0 - 5 cm				
Floresta	9,38	0,45	90,04	Arenosa
Tefrósia	17,80	1,71	80,50	Média
Mimosa	15,69	1,14	83,17	Média
Profundidade 5 - 15 cm				
Floresta	11,70	0,12	88,18	Arenosa
Tefrósia	20,56	1,43	77,38	Média
Mimosa	18,61	1,45	79,94	Média
Profundidade 15 - 30 cm				
Floresta	16,15	1,21	82,64	Média
Tefrósia	21,29	1,22	75,62	Média
Mimosa	20,72	1,11	77,17	Média

Os atributos químicos do solo foram avaliados com a TFSA, sendo o pH em água (Relação 1:2,5); Fósforo - P, Potássio - K, Zinco - Zn, Cobre - Cu, Ferro - Fe e Manganês - Mn (Mehlich 1); Cálcio - Ca, Magnésio - Mg e Alumínio - Al (KCl 1 mol L⁻¹); H + Al (Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹ pH 7,0); Boro - B (água quente) e Matéria orgânica - MO (Walkley-Black), conforme compêndio de EMBRAPA (1997), e Nitrogênio total no solo - NT (Kjeldahl), conforme Gianello e Bremner (1986).

Para o balanço de nutrientes (BN) nas áreas com as leguminosas, tomaram-se valores dos conteúdos dos nutrientes na serapilheira acumulada (Caldeira *et al.*, 2014), na biomassa acima do solo (Caldeira *et al.*, 2020) e os presentes no solo nas diferentes profundidades. O balanço interno de nutrientes foi obtido pela seguinte expressão, conforme utilizado por Gama-Rodrigues, Gama-Rodrigues e Barros (2008):

$$BN = \text{solo} - (\text{parte aérea} + \text{serapilheira})$$

Para as análises químicas do solo, instalou-se na área de estudo um Delimitado Inteiramente Casualizado em esquema de parcelas subdivididas no espaço, definindo as parcelas como as três áreas (Floresta nativa, mimosa e tefrósia) e as subparcelas as três profundidades (0 – 5 cm, 5 – 15 cm, 15 – 30 cm), com cinco repetições por área de estudo. Aplicou-se o teste de Tukey a 5% de significância ou o teste F a 5% de significância, quando necessário, sendo realizados no software R (R Development Core Team, 2019).

Resultado e discussão

A qualidade do solo é fator preponderante para a avaliação dos processos ecológicos e de áreas em recuperação. Neste contexto, na Tabela 2 são apresentadas as características químicas do solo sob a Floresta de Tabuleiros e sob as leguminosas, *Tephrosia candida* e *Mimosa velloziana*

Tabela 2. Valores médios dos atributos químicos do solo, nas profundidades de 0 – 5 cm, 5 – 15 cm e 15 – 30 cm, nas áreas em estudo (Floresta de Tabuleiros e leguminosas – tefrósia e mimosa)

Cobertura	NT*		P		K		Ca		Mg		M.O.		pH	Al		H+Al		CTC		S.B.		V		
	g kg ⁻¹		mg dm ⁻³		mg dm ⁻³		cmol dm ⁻³		cmol dm ⁻³		g kg ⁻¹			Cmol _c dm ⁻³		Cmol _c dm ⁻³		Cmol _c dm ⁻³		Cmol _c dm ⁻³		%		
Profundidade 0 - 5 cm																								
Floresta	2,71	aA**	2,61	bA	20,40	cA	2,00	cA	0,57	bA	41,11	aA	4,90	bA	0,34	aA	4,17	aA	6,83	aA	2,65	cA	39,51	bA
Tefrósia	2,01	bA	4,07	aA	49,60	bA	4,05	aA	1,15	aA	29,53	bA	6,82	aA	0,00	bA	1,59	bA	6,94	aA	5,43	aA	76,83	aA
Mimosa	1,96	bA	3,62	aA	81,60	aA	3,02	bA	1,07	aA	26,81	bA	6,81	aA	0,00	bA	1,46	bA	5,58	bA	4,11	bA	73,86	aA
Profundidade 5 - 15 cm																								
Floresta	1,98	aB	1,92	bB	14,00	bA	0,72	bB	0,24	bB	24,72	aB	4,65	bB	0,29	aA	3,69	aA	4,71	aB	1,01	bB	22,55	bB
Tefrósia	1,84	aB	3,62	aB	31,60	abB	3,13	aB	0,94	aB	22,08	aB	6,51	aB	0,00	bA	1,26	bA	5,43	aB	4,16	aB	76,53	aA
Mimosa	1,81	aB	2,64	aB	43,80	aB	2,72	aA	0,86	aB	22,71	aB	6,62	aB	0,00	bA	1,43	bA	5,28	aA	3,85	aA	73,09	aA
Profundidade 15 - 30 cm																								
Floresta	1,14	aC	1,25	aC	14,20	bA	0,30	bB	0,12	bB	14,77	aC	4,59	bB	0,10	bA	3,67	aA	4,16	aB	0,48	bC	12,54	bC
Tefrósia	1,40	aC	1,43	aC	23,80	aC	1,87	aC	0,56	aC	12,25	aC	6,18	aB	0,00	bA	1,20	bA	3,71	aC	2,50	aC	67,43	aB
Mimosa	1,28	aC	0,95	aC	30,40	aC	1,70	aB	0,71	aC	11,42	aC	6,19	aB	0,00	bA	1,41	bA	3,98	aB	2,57	aB	64,65	aB

* Nitrogênio total do solo (NT), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Matéria Orgânica do solo (M.O.), pH em água (pH), Alumínio trocável (Al), Acidez potencial (H+Al), Capacidade de troca catiônica a pH 7 (CTC), Soma de Bases (S.B.) e saturação por Bases (V).** As médias seguidas pela mesma letra em minúsculo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, considerando a mesma profundidade (avaliação das coberturas na mesma profundidade), já as médias seguidas da mesma letra em maiúsculo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, considerando a mesma cobertura vegetal entre as profundidades (avaliação da cobertura vegetal em profundidade).

Fonte: Elaborado pelo autores, 2021

Os maiores teores de nutrientes estão contidos na camada superficial do solo, onde ocorre a deposição, acúmulo e decomposição do material vegetal senescente aliado à presença maciça da fauna decompositora e atuante no solo, nas suas mais diversas funções (Kindel; Garay, 2002). Este fato é consistente a tal ponto, de se verificar, para a Floresta de Tabuleiros, que cerca de 70% do estoque total de raízes finas se encontram nas camadas superficiais (Garay; Noronha; Moraes, 2008), sendo estas, as principais responsáveis pela absorção e nutrição da planta (Garlet e Schumacher, 2020; Freire et al., 2020).

Verifica-se, de maneira geral, que o solo sob a Floresta de Tabuleiros apresenta os menores teores de nutrientes, pH mais ácido, menor saturação por bases, contudo maior teor de matéria orgânica, de alumínio e de nitrogênio total, especialmente na camada superficial de 0 a 5 cm. Garay et al. (2004) salienta que os solos dos Tabuleiros Costeiros são pobres em nutrientes, com horizonte superficial arenoso, pouco apto a retenção e nutrientes. Os autores salientam ainda, que a cobertura vegetal pode vir a cumprir um papel essencial tanto na manutenção da estrutura como na fertilidade destes solos, por causa notadamente das cargas remanescentes dos coloides orgânicos que facilitam a formação dos agregados e a retenção dos nutrientes (Stuani et al., 2021).

De acordo com as recomendações de Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999), verifica-se que em todas as áreas os teores de fósforo encontram-se abaixo dos limites ideais, que é de 5 mg dm⁻³. Já os teores de potássio, cálcio, magnésio, saturação por bases e CTC estão em níveis médios. A Soma de bases, na área sob as leguminosas encontra-se média, e baixa na Floresta.

O teor de nitrogênio total no solo e de matéria orgânica, na camada superficial foi superior na área sob floresta, sendo semelhante estatisticamente entre as leguminosas. O mesmo foi verificado por Lopes et al. (2006) para as leguminosas *Mimosa caesalpiniaefolia* e *Clitoria fairchildiana*, em relação à floresta. Em profundidade, ocorreu redução do teor, contudo não foi verificada diferenciação estatística entre as coberturas. Este fato ocorre especialmente pela maior diversidade de material formador da serapilheira acumulada sob o solo na floresta, o qual irá se decompor de forma diferenciada ao longo do tempo (Cardoso et al., 2010; Ferreira et al., 2019; Ribeiro et al., 2022); alia-se ao período de atuação e contato deste material orgânico com o

solo, além do pH encontrar-se mais ácido, reduzindo assim, a atividade da biota decompositora (Klippel et al., 2016). Camargo et al. (1999) sugerem que mais de 95% do nitrogênio presente no solo se encontra na forma orgânica, logo, o elevado teor de matéria orgânica na camada de 0 -5 cm justifica esse maior valor do nitrogênio total na área sob floresta.

Quanto ao teor de matéria orgânica em Florestas de Tabuleiros, Kindel et al. (1999), Kindel e Garay (2002) e Sá, Pereira e Fontana (2003) verificaram 31,8 g kg⁻¹, 20,86 g kg⁻¹ e 32,03 g kg⁻¹ em Sooretama (ES), respectivamente; e Fontana et al. (2001) mensuraram 13,10 g kg⁻¹ em Campos dos Goytacazes (RJ). Estas diferenças refletem a heterogeneidade da Floresta de Tabuleiros.

Costa et al. (1998), trabalhando em sítios degradados por exploração de bauxita na Floresta Amazônica, em Oriximiná, PA, verificaram que mesmo após dez anos do replantio o carbono orgânico foi menor do que os valores encontrados na floresta nativa intacta. Tais dados indicam a dificuldade na recuperação da matéria orgânica no solo.

A presença do alumínio, não alterou o desenvolvimento da vegetação e a produção de biomassa na área de floresta de Tabuleiros. Resultado semelhante foi observado por Sá, Pereira e Fontana (2001) na região de Linhares, ES.

O pH ácido do solo sob floresta, com valor inferior ao das demais coberturas vegetais tem relação com a maior acidez trocável, maior teor de M.O. e ausência de práticas corretivas. Os maiores teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo foram observados nas áreas de leguminosas. Verifica-se que o valor equiparado da CTC potencial (T) entre as coberturas, sendo maior para a floresta em função do alto valor de H+Al. Tal fato indica que a área com floresta apresenta material orgânico mais humificado, com predomínio de grupamentos ácidos húmicos característica de acidez.

O fósforo apresentou os maiores valores nas áreas com leguminosas. Tal fato pode ser efeito da fertilização aplicada no plantio das espécies, aliado à maior decomposição do material vegetal presente no solo, e sua ciclagem no ecossistema (Novais; Smyth; Nunes, 2007).

O maior teor de potássio na área sob *Mimosa* se deve principalmente ao elevado teor deste nutriente na serapilheira acumulada sob o solo (Caldeira et al., 2020). Segundo o mesmo

autor, o potássio é facilmente lavável do material vegetal para o solo, através da precipitação.

Avaliando o efeito de leguminosas nas características químicas de um Luvisolo degradado em Alagoinha, PB, Nascimento *et al.* (2003) verificaram efeitos significativos das leguminosas sobre a fertilidade do solo, com incrementos significativos de pH e de cátions trocáveis, refletindo positivamente na CTC.

Ikpe *et al.* (2003) estudaram, no sudoeste da Nigéria, em um Argissolo, os efeitos do pousio de uma área com a Tefrósia. Os autores observaram que após dois anos, o pousio com Tefrósia apresentou a maior produção de biomassa acima do solo e de serapilheira, e um maior acúmulo de nutrientes (nitrogênio, fosforo, potássio, cálcio e magnésio). Além disso, verificaram uma melhoria na qualidade do solo com aumento, na camada superficial, dos teores de nitrogênio e matéria orgânica.

Em estudo avaliando sistemas de restauração florestal em área adjacente à deste estudo, Klippel *et al.* (2016) observou valores médios dos atributos químicos do solo inferiores aos observados para as espécies de leguminosas.

Merecendo destaque a superioridade nos teores de potássio, cálcio e magnésio, o que refletiu numa ascensão do valor da saturação por bases (55,48 % versus 75,34 %) na área sob leguminosas. Evidencia-se assim, a melhoria da qualidade do solo proporcionada pela inserção inicial de espécies leguminosas de cobertura, além disso, tais espécies, potencialmente, apresentam funções como de reduzir os processos erosivos, manutenção da umidade solo, melhoria na agregação do solo e aumento da taxa de infiltração de água do solo (SOUZA *et al.*, 2008; Faustino *et al.*, 2021).

De acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999), os teores de ferro (Tabela 3), entre as camadas de 0 -15 cm nas áreas sob leguminosas encontra-se baixo, já na camada de 15 – 30 cm para as leguminosas e em todo o perfil do solo sobre a Floresta, o teor de ferro é médio. Esta verificação na área florestal, deve-se ao fato, substancialmente, da presença de serapilheira com diferentes composições químicas, o que fornece ao solo, pela sua decomposição, uma serapilheira mais rica nutricionalmente com o tempo.

Tabela 3. Teores médios dos micronutrientes do solo, nas profundidades de 0 – 5 cm, 5 – 15 cm e 15 – 30 cm, nas áreas em estudo (Floresta de Tabuleiros e leguminosas – tefrósia e mimosa)

Cobertura	Fe		Cu		Zn		Mn		B	
	mg dm ⁻³									
	Profundidade 0 - 5 cm									
Floresta	28,95	aA*	1,32	cA	1,05	cA	14,77	bA	0,32	aA
Tefrósia	8,85	bB	3,52	aA	1,33	aA	27,24	aA	0,18	bA
Mimosa	9,66	bB	2,11	abA	1,42	bA	25,07	aA	0,14	bA
Profundidade 5 - 15 cm										
Floresta	22,65	aA	0,62	bB	0,67	bB	5,34	bB	0,26	aB
Tefrósia	10,60	aB	1,86	aB	0,95	aB	20,17	aB	0,15	bB
Mimosa	15,05	aB	1,50	aB	0,87	aB	22,30	aB	0,14	bB
Profundidade 15 - 30 cm										
Floresta	22,01	aA	0,30	aB	0,48	aB	2,36	bC	0,28	aB
Tefrósia	25,33	aA	0,67	aB	0,51	aC	12,70	aC	0,12	bB
Mimosa	29,66	aA	0,41	aB	0,49	aC	11,98	aC	0,12	bB

* As médias seguidas pela mesma letra em minúsculo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, considerando a mesma profundidade (avaliação das coberturas na mesma profundidade), já as médias seguidas da mesma letra em maiúsculo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, considerando a mesma cobertura vegetal entre as profundidades (avaliação da cobertura vegetal em profundidade).

Ainda segundo Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999), o teor de cobre na camada

superficial é considerado bom para a floresta e alto para as leguminosas, na camada de 5 – 15, é bom

nas leguminosas e baixo na floresta, sendo baixo também em todas as coberturas na profundidade de 15 – 30 cm. Para o zinco os teores são considerados médios na camada superficial e baixo nas camadas de 5 – 15 cm em todas as coberturas em estudo. O teor de manganês é considerado alto em todas as profundidades sob o solo das leguminosas, já na Floresta, é considerado alto apenas na camada de 0 – 5 cm, e na camada de 5 – 15 cm é avaliado como médio. Já os teores de boro, são qualificados como baixo em todas as áreas. Tais resultados demonstram a influência das coberturas vegetais nos teores dos micronutrientes do solo.

Verifica-se uma equiparação das leguminosas quanto a sua influência na qualidade do solo, no que tange a inserção e ciclagem de

nutrientes. Contudo, insere-se que o tempo de contato e de permanência da vegetação com a área ainda é incipiente (apenas três anos em pousio) ocorrendo gradativamente mudanças nas características edáficas e biológicas das áreas no decorrer do tempo.

A biomassa aérea e o acúmulo de serapilheira, com os seus conteúdos de nutrientes, são um dos principais componentes do balanço nutricional em um ecossistema (BRUN; SCHUMACHER; CORREA, 2011), conforme observado nestas áreas em estudo com leguminosas (Tabela 4). Verifica-se que as leguminosas apresentaram equiparação quanto ao balanço de todos os nutrientes.

Tabela 2. Estoque de nutriente no solo (camada de 0 - 30 cm) e na vegetação - biomassa acima do solo (CALDEIRA et al., 2014) e serapilheira acumulada (CALDEIRA et al., 2020), e balanço nutricional nas leguminosas

Cobertura	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	B
	kg ha ⁻¹							
Estoque no solo								
Tefrósia	3,83	45,29	783,07	138,99	3,03	30,06	3,03	0,23
Mimosa	2,89	64,07	666,72	145,09	2,01	29,19	2,01	0,19
Estoque vegetal								
Tefrósia	18,55	146,39	286,31	51,28	0,70	0,77	0,11	1,54
Mimosa	20,17	138,79	185,01	37,31	0,50	0,82	0,08	1,01
Balanço de nutrientes								
Tefrósia	-14,71	-101,09	496,80	87,72	2,32	29,28	2,92	-1,31
Mimosa	-17,28	-74,71	481,70	107,80	1,51	28,36	1,93	-0,83

Verifica-se que para os nutrientes fósforo, potássio e boro, o grande estoque encontra-se alocado na biomassa acima do solo e na serapilheira acumulada das leguminosas, enquanto que para o cálcio, magnésio, zinco, manganês e cobre encontra-se no solo este reservatório. Tal resultado, é semelhante ao observado por Gama-Rodrigues et al. (2008) no balanço nutricional dos macronutrientes em espécies nativas diversas em Porto Seguro (BA), num argissolo amarelo. O balanço negativo para os nutrientes fósforo, potássio e cálcio também foi constatado por Zaia e Gama-Rodrigues (2004) com *Eucalyptus camaldulensis* em argissolo amarelo no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

As causas do balanço nutricional do ecossistema ser negativo ou positivo para o solo,

estão relacionados aos processos de retranslocação de nutrientes no interior da planta (ciclagem bioquímica); a velocidade e forma de liberação dos nutrientes pela decomposição da serapilheira; à utilização em maior ou menor escala do nutriente pela vegetação; aos processos de imobilização e mineralização do solo; dentre outros (GAMA RODRIGUES et al., 2008)

Segundo Gama-Rodrigues et al. (2008), quando as reservas da vegetação são maiores que as do solo, pode-se concluir que o desenvolvimento do sistema radicular é pobre e que a vegetação se desenvolve “sobre o solo” e não “no solo”, mediante a interação raiz-serapilheira. Indicativo assim, de pobreza nutricional do solo, conforme já descrito por Garay et al. (2004) nas áreas dos Tabuleiros Costeiros.

Sugere-se para complementação deste estudo, a avaliação dos atributos biológicos do solo, como a biomassa microbiana, focando os teores de nitrogênio no solo. Salienta-se ainda, a importância e a necessidade de estudar as características ecológicas das espécies, como período de floração e frutificação, assim como a serapilheira depositada e sua decomposição. Alia-se a estes estudos, a caracterização dos componentes químicos da serapilheira e dos compartimentos da biomassa acima do solo, como a lignina, polifenóis e celulose. A concatenação de todos estes dados, fornecerão suporte futuro à escolha das espécies mais adaptadas aos locais de interesse quanto a sua inserção.

Considerações finais

O solo sob a Floresta de Tabuleiros apresentou-se mais pobre nutricionalmente que o solo das leguminosas, apresentando, porém, maiores teores de matéria orgânica e nitrogênio total no solo.

As leguminosas equipararam-se quanto a fertilidade do solo e ao balanço de nutrientes em seu local de inserção.

Agradecimento

À Reserva Natural Vale, pela hospedagem, disponibilidade da área do estudo e apoio nos trabalhos de campo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- Almeida, V. G.; Moura, E. N. De; Vieira, G. T. 2019. Vegetable species used in areas degraded by mining. *Research, Society and Development*, v. 8, n. 3, p. e3583710, 2019. DOI: 10.33448/rsd-v8i3.710. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/710>
- Andrade, V. L. de, Fonseca, C. de O., Moura, A. de P. ., 2021. Mineração, possibilidades de degradação e alternativas econômicas: ecoturismo, geoturismo, turismo cultural, religioso e rural em Jeceaba - MG e região. *Revista Brasileira De Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 1,2, 236–259. <https://rbmaes.emnuvens.com.br/revista/article/view/59>
- Araújo S. R.; Pedroso A. J. S.; Soares I. R.; Rodrigues S.; Moraes E. T.; Torres L. C. 2019.

- Atributos físico-químicos do solo em áreas de conversão da Amazônia Oriental em pastagem e plantio direto. *Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima*, 1, 25-37.
- Bezerra, J.L., Lira, W.B., Silva, T.C.C. 2020. Impactos ambientais causados pela mineração: uma análise da percepção de pequenos mineradores do município de Frei Martinho – PB. *Revista Monografias Ambientais*, v.19, e8. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236130841705>
- Brun, E. J.; Schumacher, M. V.; Correa, R. S., 2011. Inventário de biomassa e nutrientes em florestas secundárias de Santa Tereza. In: Schumacher, M. V.; Longhi, S. J.; Brun, E. J.; Kilca, R. V. A floresta estacional subtropical: Caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria: UFSM, p. 239-248.
- Caldeira, M.V.W; Sperandio, H. V.; Delarmelina, W.M.; Burak, D.L.; Hunz, S.H., 2014. Biomassa e nutrientes em diferentes compartimentos acima do solo das espécies *Mimosa velloziana* Mart. e *Tephrosia candida* D.C. *Ecologia e Nutrição Florestal*, Santa Maria, 2, 9- 18
- Caldeira, M. V. W.; Sperandio, H. V.; Godinho, T. O.; Klippel, V. H.; Delarmelina, W. M.; Gonçalves, E. O.; Trazzi, P. A. ,2020 Serapilheira e nutrientes acumulados sobre o solo em plantios de leguminosas e em área restaurada com espécies nativas da Floresta Atlântica. *Advances in Forestry Science*, Cuiabá, 7, 961-971
- Chowlani M., Ramchhanliana H. Shri Kant T. 2020. Soil fertility and root carbon exudation in *Tephrosia candida* (Roxb.) DC hedgerows under Sloping Agricultural Land Technology in Mizoram northeast India. *Journal of Tropical Agriculture* 58 (1): 12-21.
- Camargo, F.A.C.; Gianello, C.; Tedesco, M.J.; Vidor, C. Nitrogênio Orgânico Do Solo. In: Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. 1999. Fundamentos da matéria orgânica do solo. Porto Alegre, Genesis, p.117-137
- Cardoso, E. L.; Silva, M. L.; Silva, C. A.; Curi, N.; Freitas, D. A. F., 2010. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 45, 1028-1035
- Costa, A. A; Machado, E. B. N; Luduvico, G. A; Macedo, I. L. M. 2020 Atributos físicos e estoque de carbono em áreas sob diferentes formas de uso do solo no Cerrado do Oeste da Bahia. *Braz. Jour. Of Devel.*, 6, 32294- 32306.

- Costa, E. S.; Luisão, R. C.; Luizão, F. J. ,1998 Soil microbial biomass and organic carbon in reforested sites degraded by bauxite mining in the Amazon. In: Blume, H. P.; Eger, E.; Fleischhauer.; Hebel, A.; Reij,C.; Steiner,K. G. *Advances in geoecology*. Reiskirchen: ISSS, v. 31. p. 443-450
- EMBRAPA ,1997 – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Faustino, L.L.; Marciano, C.R; Andrade, G.R.P. 2021 Physical quality of soil under secondary forest, leguminous trees, and degraded pasture. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.56, e02023, DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02023>
- Ferreira, C. D., Souto, J. S., Souto, P. C., Sales, F. das C. V., Barroso, R. F., & Souza Junior, C. M. P. de., 2019. Deposição, acúmulo e decomposição de serapilheira em área preservada de caatinga. *Agrarian*, 12(44), 174–181.
<https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i44.8212>
- Freire, G. A. P., Ventura, D. J., Fotopoulos, I. G., Rosa, D. M., Aguiar, R. G., & Araújo, A. C. de. ,2020. Dinâmica de serapilheira em uma área de floresta de terra firme, amazônia ocidental. *Nativa*, 8(3), 323-328.
<https://doi.org/10.31413/nativa.v8i3.9155>
- Gama-Rodrigues, A. C.; Gama-Rodrigues, E. F.; Barros, N. F. ,2008 Balanço de carbono e nutrientes em plantio puro e misto de espécies florestais nativas no sudeste da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32, 1165-1179
- Garay, I.; Kindel, A.; Louzada, M. A. P.; Santos, R. D. ,2004 Diversidade funcional dos solos na Floresta Atlântica de Tabuleiros. In: Garay, I.; Rizzini, C. M. *A Floresta Atlântica de Tabuleiros: Diversidade Funcional da cobertura arbórea*. Petrópolis:Voices. 2.ed. 255p.
- Garay, I.; Noronha, F.; Moraes, V. R. ,2008 Raízes finas nos horizontes do topo do solo em relação a atividades extrativistas em fragmentos de Floresta Atlântica de Tabuleiros, em Sooretama, ES. *Floresta e ambiente*. 15, 34 - 48
- Garlet, C.; Schumacher, M. V. 2020 Biomassa e comprimento de raízes finas em uma área de restauração florestal. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. 7, 15, 351-361
- Gentil, PC, Guimarães, L.O., Pereira, DC, Diniz, AM, Ckagnazarof, I.B. 2019. Governança territorial e inovação social nos processos de desenvolvimento regional em territórios de mineração: um modelo teórico em construção. *Cad. EBAPE.BR*, v. 17, nº 3, Rio de Janeiro. <https://doi.org/10.1590/1679-395173778>
- Ikpe, F.N.; Owuoye, L.G.; Gichuru, M.P. , 2003. Nutrient recycling potential of *Tephrosia candida* in cropping systems of southeastern Nigéria. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 67, 129–136.
- Kageyama, P.; Gandara,F.B., 2003. Restauração e conservação de ecossistemas tropicais. In: Cullen Júnior, L.; Rudran, R.; Valladares-Padua, C. *Métodos em estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: UFPR, Fundação o Boticário de Proteção a Natureza, p.383-394.
- Klippel, V.H.; Pezzopane, J.E.M.; Caldeira, M.V.W.; Silva, G.F. Da; Castro, K.C. ,2016. Acúmulo de serapilheira e nutrientes em área com diferentes metodologias de Restauração Florestal. *Comunicata Scientiae*, 7, 241-250.
- Kindel, A.; Garay, I., 2002. Humus form in ecosystems of the Atlantic Forest, Brazil. *Geoderma*, v. 108, p.101-118.
- Lemes, P.G., de Matos, M.F., Araújo, C.A., Jr., Serrão, J.E. and Zanuncio, J.C. ,2021, An organic bait based on *Palicourea marcgravii* (Rubiaceae) and *Tephrosia candida* (Fabaceae) does not control nests of *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) in eucalyptus plantations. *Agr Forest Entomol*, 23: 512-517.
<https://doi.org/10.1111/afe.12455>
- Longo, R. M.; Espíndola, C. R.; Ribeiro, A. I., 1999. Modificações na estabilidade de agregados no solo decorrentes da introdução de pastagens em áreas de cerrado e floresta amazônica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 3, 276-280
- Lopes, K. P.; Souza, V. C.; Andrade, L. A. Dornelas, G. V.; Bruno, R. L. A., 2006. Estudo do banco de sementes em povoamentos florestais puros e em uma capoeira de Floresta Ombrófila Aberta, no município de Areia, PB, Brasil *Acta Botanica Brasílica*. 20.
- Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez V., V. H.,1999 Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Viçosa: UFV. 359p.
- Moreira, J. W., Rodrigues, Y. S. de F. ,2021. Acúmulo de biomassa de serapilheira em área de restauração florestal do Cerrado. *Revista De*

- Ciências Agroambientais, 19(1), 46–50.
<https://doi.org/10.30681/rcaa.v19i1.5435>
- Nascimento, J. T.; Silva, I. F.; Santiago, R. D.; Silva Neto, L. F. ,2003 Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7, 457-462
- Nogueira, N. O.; Oliveira, O. M.; Martins, C. A. S.; Bernardes, C. O. ,2012 Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. *Enciclopédia Biosfera*, 8, 2121-2131
- Novais, R. F.; Smyth, T. J.; Munes, F. N. Fósforo. In: In: Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. ,2007 Fertilidade do solo. Viçosa:SBCS. 451-550.
- Oliveira T.R., De Oliveira V.S., Pontes M.A., Libório M.P., Hadad R.M., Laudares, S. 2019. Metodologia para análise de danos ambientais do rompimento da barragem de Fundão em Bento Rodrigues ,MG. *HOLOS*, 35, 7, e6187
- R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019. Disponível em <<http://www.R-project.org>> acesso em 09 jun 2020
- Ribeiro, F. P.; Pulrolnik, K.; Vilela, L.; Gatto, A. 2022. Deposição, decomposição e conteúdo de nutrientes de serapilheira em área de integração lavoura-pecuária-floresta na região do Cerrado. *Pesquisa Florestal Brasileira*, [S. l.], v. 42., DOI: 10.4336/2022.pfb.42e201902072.
- Rodrigues, ABM, Giuliatti, N.M., Pereira Júnior, A. 2020. Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros. *Brazilian Applied Science Review* 4, 333-369.
- Sá, R. C.; Pereira, M. G. ; Fontana, A. Características físicas e químicas de solos de tabuleiros em Sooretama. ,2003 *Floresta e Ambiente*, 10, 95-99,
- Santos, R.D.; Lemos, R.C.; Santos, H.G.; Ker, J.C.; & Anjos, L. H.C. ,2005 Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5.ed. Viçosa, MG, SBCS/SNLCS, 100p.
- Silva L. A., Alves-Araújo, A. A., Dutra, V. F. 2022. Flora of Espírito Santo: Mimosa ,Leguminosae: Caesalpinioideae: mimosoid clade Flora of Espírito Santo, Brazil. *Rodriguésia* 73, <https://doi.org/10.1590/2175-7860202273005>
- Silva, J. H. C. S., Barbosa, A. da S., Araújo, M. B. de ., Gomes, D. da S. ., Miranda, A. A. C. de ., & Aquino, Ítalo de S. ,2021. Indicadores qualitativos do ambiente edáfico e serviços ecossistêmicos em diferentes sistemas de ocupação da terra. *Nativa*, 9(5), 519-527. <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i5.13079>
- Silva, P. V. C., de Aguiar, M. I., Dantas, F. M. M., de Almeida, M. V. R., Costa, L. de O., Zuliani, D. Q. ,2020. Utilização de indicadores participativos de qualidade do solo em sistemas de produção agrícola familiar. *Nativa*, 8(5), 671-678. <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i5.9852>
- Stuani, G. R., Silva, A. C. da, Higuchi, P., Larsen, J. G., Machado, F. D., & Santos, G. N. dos. ,2021. Impacto antrópico na dinâmica de uma floresta nebulosa do planalto catarinense. *Ciência Florestal*, 31(4), 1714–1732. <https://doi.org/10.5902/1980509842667>
- Souza, K. B.; Pedrotti, A.; Resende, S.C.; Santos, H. M. T.; Menezes, M. M. G.; Santos, L. A. M.. ,2008 Importância de Novas Espécies de Plantas de Cobertura de Solo para os Tabuleiros Costeiros. *Revista da Fapese*, 4, 131-140
- Zaia, F. C.; Gama-Rodrigues, A. C. ,2004 Ciclagem e balanço de nutrientes em povoamentos de eucalipto na região norte fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28, 843-852