

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE MUNDO NOVO
TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

THAIS TAGLIATI DA SILVA

**ACOMPANHAMENTO DO CRESCIMENTO ARBÓREO E
CONDIÇÕES EDÁFICAS DE UMA ÁREA EM
RECUPERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE MUNDO NOVO/MS**

Mundo Novo - MS

Novembro/2018

THAIS TAGLIATI DA SILVA

**ACOMPANHAMENTO DO CRESCIMENTO ARBÓREO E
CONDIÇÕES EDÁFICAS DE UMA ÁREA EM
RECUPERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE MUNDO NOVO/MS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Selene Cristina de Pierri Castilho

Mundo Novo - MS

Novembro/2018

THAIS TAGLIATI DA SILVA

**ACOMPANHAMENTO DO CRESCIMENTO ARBÓREO E
CONDIÇÕES EDÁFICAS DE UMA ÁREA EM
RECUPERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE MUNDO NOVO/MS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

APROVADO EM ____ de _____ de 2018

Profa. Dra. Selene Cristina de Pierri Castilho – Orientadora – UEMS _____

Prof. Dr. Leandro Marciano Marra – UEMS _____

Prof. Dr. Paulo Ricardo Lima – UEMS _____

Dedico este trabalho a Deus, família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e pela saúde, discernimento, fé e sabedoria para seguir em frente. Sem Ele nada disso seria possível.

Aos meus pais Cretonalto Ferreira e Lindalva Tagliati, por toda educação, conselhos, que me ensinaram que as conquistas são frutos da humildade, honestidade, determinação e trabalho.

Aos meus irmãos Dayane Tagliati e Farizeu Tagliati por toda ajuda, conversas e companheirismo.

Aos meus avôs Fariseu Ferreira e Benedita Silva, principalmente pelos conselhos e conversas, vocês foram essenciais para que esse sonho se tornasse realidade, grata por todos ensinamentos.

À minha orientadora Prof. Dra Selene Cristina de Pierri Castilho, por toda dedicação, incentivo, compartilhamento dos ensinamentos que levarei por toda vida, paciência e principalmente pelos conselhos, por toda sua dedicação e tempo investido.

Ao meu querido amigo João Vitor, pela ajuda em campo, pelas melhores gargalhadas, momentos de conversa, agradeço a Deus por ter conhecido uma pessoa com um coração tão generoso.

Aos meus primos queridos Catuiane, Daloana e Diarling por sempre que precisei me ajudaram, pelas conversas e orações, grata pela vida de vocês.

Aos colegas que me ajudaram nas coletas de campo para realização desse trabalho, João Carlos, Marcus Junior, Gledson Martins, Allan Kardec e Jefferson Ozório, vocês foram essenciais para que eu pudesse concluir mais esta etapa.

À minha amiga Nathália Ferreira, pela ajuda em campo, por todos esses anos de amizade e companheirismo, que Deus lhe abençoe muito.

Agradeço também a todos os professores do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental que sempre fizeram e deram o seu melhor para que pudessem ministrar e tornar suas aulas as mais interessantes e dinâmicas possíveis, em especial professor Jean Sérgio Rosset, Leandro Marciano Marra e Paulo Ricardo Lima, sempre que precisei estiveram dispostos a ajudar.

A todo corpo docente e técnicos da Universidade que abraça a todos os acadêmicos.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma se fizeram presentes, seja direta ou indiretamente.

Muito obrigada a todos vocês!

“Mas, vocês devem ser fortes e não se desanimar, pois o trabalho de vocês será recompensado”.
2 Crônicas 15:7

RESUMO

A mudança de uso do solo, com a retirada da vegetação florestal para outros usos provoca redução do estoque de água em lençóis freáticos. Visando evitar a poluição e contaminação das águas a Lei 12651/2012, atualmente conhecida como “Novo Código Florestal” prevê a conservação das áreas próximas a cursos d’água e nascentes denominando-as Áreas de Preservação Permanente (APP). A qualidade do solo influenciará no estabelecimento ou não da vegetação em uma área e está relacionada com seus componentes físicos, químicos e biológicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de espécies arbóreas, bem como as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo em uma nascente em processo de restauração. O trabalho foi realizado em duas áreas, sendo uma área em restauração, localizada ao sul do município, nas coordenadas 23°56’50” S e 54°17’55” O, que abriga a nascente de um dos tributários do Córrego da Ponte, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Iguatemi e a outra floresta nativa 23°45’53” S e 54°17’19” O, permitindo assim a comparação das propriedades edáficas com relação a um ambiente preservado. O crescimento das plantas foi relacionado com a altura e diâmetro do caule, e a área de projeção da copa foi calculada. Para a determinação da umidade do solo e do teor de carbono foram coletadas amostras deformadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm. Dentre as espécies estudadas as que apresentaram valores significativos de crescimento médio de altura foram as espécies *Anadenanthera macrocarpa* (72,90 %), *Croton urucurana* (32,51 %) e *Enterolobium contortisiliquum* (22,75 %). As espécies que apresentaram valores significativos em relação ao diâmetro do colo foram a *Cecropia pachystachya* (97,76%), *Anadenanthera macrocarpa* (39,82%) e *Croton urucurana* (31,99%). Os resultados em relação à copa e sombreamento indicaram que as espécies com melhor crescimento de copa foram *Enterolobium contortisiliquum* com 31,80%, *Anadenanthera macrocarpa* com 14,76% e *Cecropia pachystachya* com 9,26% de taxa de crescimento. Em relação às propriedades físicas e químicas do solo a densidade mais elevada foi encontrada nas camadas de 10-20 e 20-30 cm, com valores entre 1,60 e 1,67 Mg m⁻³, em relação à massa seca da serrapilheira observou-se diferença significativa entre os usos, com a restauração apresentando 34,11 t ha⁻¹ e a mata 24,61 t ha⁻¹. A área em processo de restauração apresentou maior umidade (entre 15 e 20%) que a área de mata (entre 10 e 11%) e os valores de carbono orgânico total (COT) na camada de 0-10 cm foi de 36,00 g kg⁻¹, seguido pelas camadas 10-20 e 20-30 cm, com valores de 27,04 e 20,89 g kg⁻¹, respectivamente. Em relação a macrofauna a camadas superficiais da restauração apresentaram quantidade significativa de indivíduos, sendo estes considerados indicadores de qualidade. As espécies que apresentaram desenvolvimento significativo em todos parâmetros estudados foram oportunista *A. macrocarpa* e a pioneira *C. Urucurana*. As características físicas do solo em restauração apresentaram em determinadas profundidades valores superiores ao ambiente de mata, indicando que a área em processo de restauração vem se recuperando de maneira satisfatória.

Palavras-chave: Área de Preservação Permanente. Mata Atlântica. Espécies Arbóreas. Qualidade do Solo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2.OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo Geral	9
2.2 Objetivos específicos	9
3.0 MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Área de estudo	9
3.2 Monitoramento das mudas	10
3.3 Coleta do solo	12
3.4 Análise dos dados.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

A mudança de uso do solo, com a retirada da vegetação florestal para outros usos provoca redução do estoque de água em lençóis freáticos, modificação das vazões hídricas, aumento do escoamento superficial e conseqüentemente da erosão hídrica, assoreando os corpos hídricos (BAGGIO, et al., 2013).

A formação de escoamento superficial provoca o transporte de sedimentos movimentando-os para as áreas mais baixas do relevo, atingindo assim as regiões próximas aos cursos hídricos. Quando os cursos hídricos se encontram desprovidos de vegetação ripária a enxurrada, com sedimentos, atinge os cursos d'água provocando aumento da turbidez e coloração da água, assoreamento e em alguns casos eutrofização dos corpos hídricos (MARTINS, 2009).

Visando evitar a poluição e contaminação das águas a Lei 12651/2012, atualmente conhecida como “Novo Código Florestal” prevê a conservação das áreas próximas a cursos d'água e nascentes denominando-as Áreas de Preservação Permanente (APP) (BRASIL, 2012).

As APPs possuem extensão variável, dependendo da largura dos rios que estão próximos, ou das atividades conduzidas próximas às nascentes. A extensão das APPs que deve ser preservada em áreas acima de 4 módulos fiscais (MF) varia de 30 a 500 m dependendo da extensão do curso d'água e é estabelecida em 50 m no entrono das nascentes (Lei 12651, 2012). Para os casos nos quais as APPs tenham sido degradadas ou totalmente removidas a legislação orienta para o isolamento e recomposição da área sob a possibilidade de sanções (BRASIL, 2012).

O processo de restauração florestal no Brasil já enfrentou diversas fases nas quais diferentes métodos de restauração foram testados, desde reflorestamentos compostos por espécies florestais exóticas a plantios de alta diversidade incluindo somente espécies nativas e regionais (RODRIGUES et al., 2009).

Desta forma, a avaliação e monitoramento dos plantios e seu desenvolvimento no pós-plantio nos permite uma análise mais profunda sobre como as áreas degradadas reagem aos processos realizados, evitando-se assim que tempo e recursos investidos na restauração sejam desperdiçados (BRANCALION et al., 2015).

Além do monitoramento do crescimento e desenvolvimento das plântulas inseridos no local em processo de restauração é importante o monitoramento de outras características do local como, por exemplo, o solo.

A qualidade do solo influenciará no estabelecimento ou não da vegetação em uma área e está relacionada com seus componentes físicos, químicos e biológicos. Entre os biológicos, a fauna apresenta múltiplas ações ao estimular a atividade de microrganismos responsáveis pela mineralização e humificação da matéria orgânica do solo (MOS), que pode interferir na disponibilidade de nutrientes (LAVELLE et al., 1993).

A macrofauna edáfica compreende todos os organismos com diâmetro corporal acima de 2 mm os quais vivem ou passam parte de sua vida no solo, (LAVELLE et al., 1997). Estes organismos têm papel importante no ecossistema, influenciando sobre a degradação da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e manutenção das propriedades físicas e químicas do solo (BARROS et al., 2008). Sua atuação na incorporação da matéria orgânica, na mobilização dos nutrientes e na organização estrutural do solo através da construção de galerias e formação de porosidade e agregados aumenta a aeração e a permeabilidade oferecendo condições edáficas apropriadas para o crescimento das raízes (BARROS et al., 2004; SILVA et al., 2012).

A riqueza de espécies corresponde à densidade de espécies, ou seja, trata-se de espécies em uma dada área ou volume em relação ao número de indivíduos – comunidade (CATANOZI, 2010).

Minhocas, cupins e formigas são denominados “engenheiros do ecossistema”. Eles são classificados assim pela atividade que exercem no solo como a capacidade de cavar o solo e produzir poros (galerias, câmaras e vazios) e ninhos (MERLIM, 2005). Dentre os engenheiros a maior quantidade foi observada para a área em processo de restauração, representado principalmente por formigas e minhocas.

A manutenção da diversidade da fauna do solo influencia diretamente sobre as propriedades químicas e físico-hídricas do solo, sendo que esta diversidade deve ser preservada visando à manutenção da qualidade dos solos (ROSSI et al., 2006). Estudar esses fragmentos para resgatar informações sobre sua biodiversidade e seus processos naturais é fundamental para entender o funcionamento desses sistemas e poder gerar ferramentas que garantam a sustentabilidade da agricultura que se estabeleceu sobre áreas semelhantes e a restauração de áreas degradadas (ROUSSEAU et al. 2014).

A qualidade do solo é dependente de manutenção dos seguintes processos: a transformações do carbono, a ciclagem de nutrientes, manutenção da estrutura do solo e controle de pragas de doenças (KIBBLEWHITE et. al, 2008, pág. 685).

O carbono orgânico (CO) é considerado um importante indicador de qualidade do solo, sendo utilizado na determinação da sustentabilidade de diferentes sistemas agrícolas,

principalmente em condições tropicais, e apresenta, também, relevante papel na mitigação das mudanças climática (FREITAS, 2016). As inter-relações entre o conteúdo de C e seu estoque no solo com as demais propriedades edáficas têm o potencial de controlar os processos e os aspectos relacionados à sua dinâmica de tal forma que qualquer alteração pode afetar diretamente a estrutura e atividade biológica do solo e, conseqüentemente, sua qualidade (CARNEIRO et al., 2009).

Desta forma é necessário que faça esse monitoramento em conjunto com a Universidade, a fim de preservar esse ambiente e recuperação para recolonização de espécies futuras.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos Geral

Avaliar o desenvolvimento de espécies arbóreas, bem como as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo em uma nascente em processo de restauração no Município de Mundo Novo/MS.

2.2 Objetivos específicos

1. Monitorar o desenvolvimento das espécies arbóreas implantadas em uma área em processo de restauração.
2. Avaliar a taxa de sobrevivência das espécies arbóreas utilizadas;
3. Realizar levantamento quantitativo dos indivíduos da macrofauna do solo existentes em uma área em processo de restauração.
4. Realizar levantamento qualitativo dos grupos de indivíduos da macrofauna existentes em uma área em processo de restauração.
5. Realizar análise das características físicas e químicas do solo.
6. Avaliar as relações entre a macrofauna e as características físico-químicas da área em processo de restauração.
7. Acompanhamento da precipitação durante o processo de crescimento das espécies implantadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área do trabalho está localizada ao sul do município de Mundo Novo- MS, nas coordenadas 23°56'50" S e 54°17'55" O, em uma área próxima à área urbana da cidade, a qual abriga a nascente de um dos tributários do Córrego da Ponte, pertencente à Bacia

Hidrográfica do Rio Iguatemi, servindo como fonte hídrica para recreação e alimentação de tanques de pesque-pague (GIBBERT, 2017).

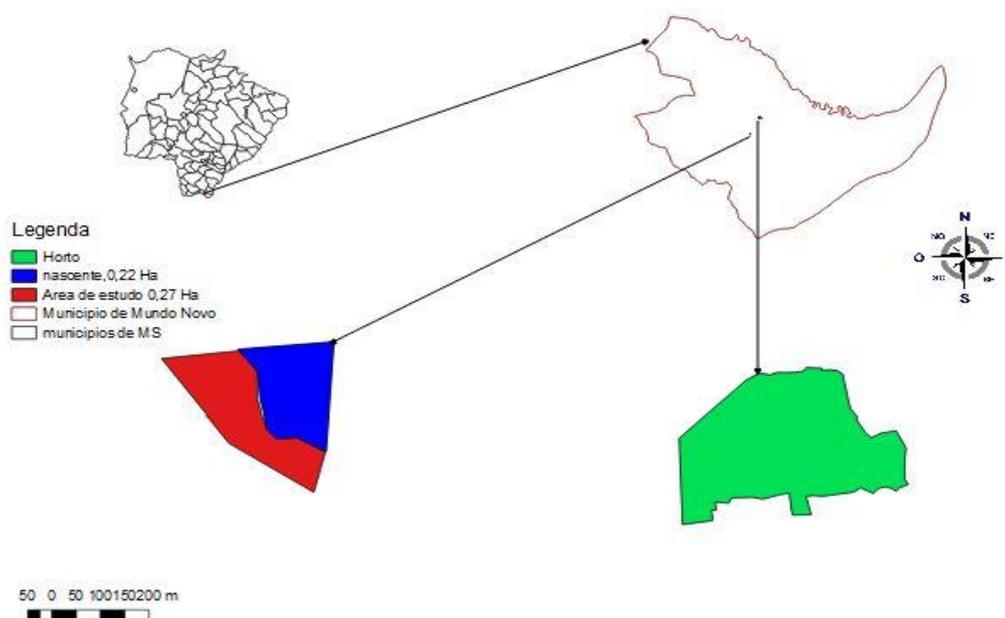


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo. **Confecção do mapa:** João Carlos Vilhalba (2018).

A nascente do Córrego foi recuperada em um projeto de recuperação de nascentes realizado pela Prefeitura de Mundo Novo em parceria com a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Mundo Novo (UEMS/UUMN), realizado no ano de 2016 tendo em vista que a nascente estava localizada em uma área de pastagem, permitindo o acesso do gado diretamente à mesma. Em decorrência deste acesso livre e irrestrito dos animais a área apresentava indícios de degradação do solo, sendo fácil observar sulcos preferenciais de água, além do desbarrancamento das bordas, indicando o início de um processo de degradação da nascente.

3.2 Monitoramento das mudas

O monitoramento do crescimento das mudas foi realizado dando continuidade ao projeto que iniciou em novembro de 2016, sendo apresentado neste trabalho o monitoramento a partir do mês de setembro de 2017 a agosto de 2018. As medições ocorreram entre os dias 17 a 22 de cada mês. Foi realizado o coroamento das mudas, porém não foi realizada adubação. A precipitação foi monitorada ao longo do experimento, com auxílio de um pluviômetro do tipo Ville de Paris (EMBRAPA, 2007) localizado na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Mundo Novo.

A precipitação durante o período de setembro de 2017 a agosto de 2018 totalizou 2905 mm (Figura 2). No período de abril de 2018 a agosto de 2018 observa-se o índice de chuva inferior aos demais meses, a pluviosidade observada está fora dos valores regulares do município entre 1400 e 1700 mm anuais (SEMADE, 2011).

Para Soares (2001) a chuva, por sua grande variabilidade em termos espacial e temporal, constitui-se num dos elementos climáticos de maior importância por sua grande influência em todas as fases de desenvolvimento das plantas.

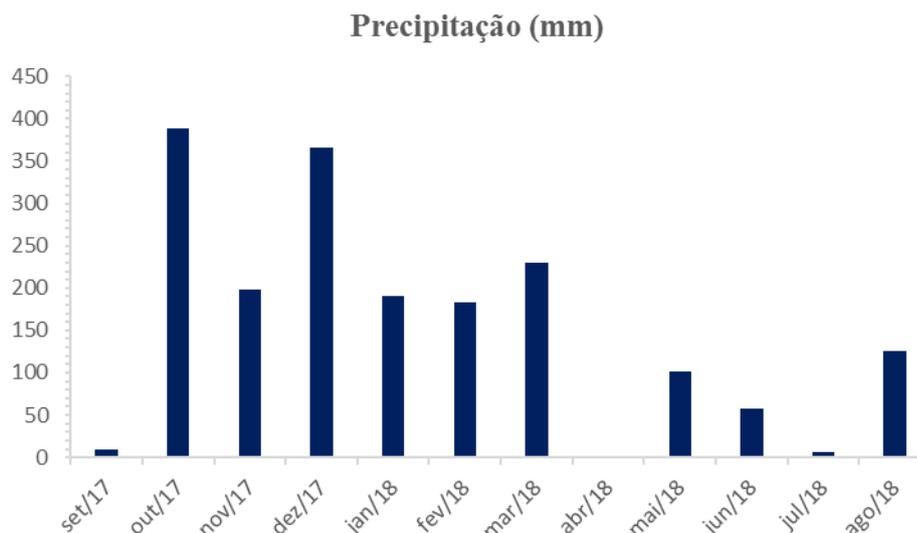


Figura 2. Precipitação pluviométrica referente ao período de setembro 2017 a agosto/2018. Fonte: Estação pluviométrica da UEMS, sob responsabilidade do Prof. Dr. Jean Sérgio Rosset (2018).

O monitoramento do crescimento e sobrevivência das plântulas foi realizado mensalmente através da medição do crescimento das mudas em altura (H) e diâmetro do caule na altura do solo (DC). O crescimento H foi medido com auxílio de fita métrica e o crescimento DC com auxílio de paquímetro digital. Também foi calculada a área de projeção da copa por meio de duas medições do diâmetro da copa no sentido do eixo. O cálculo da projeção da copa foi realizado segundo equação 01 (RESENDE et al., 2015).

$$\text{Área de copa} = \frac{(\pi \cdot \text{Diâmetro})^2}{4} \quad (1)$$

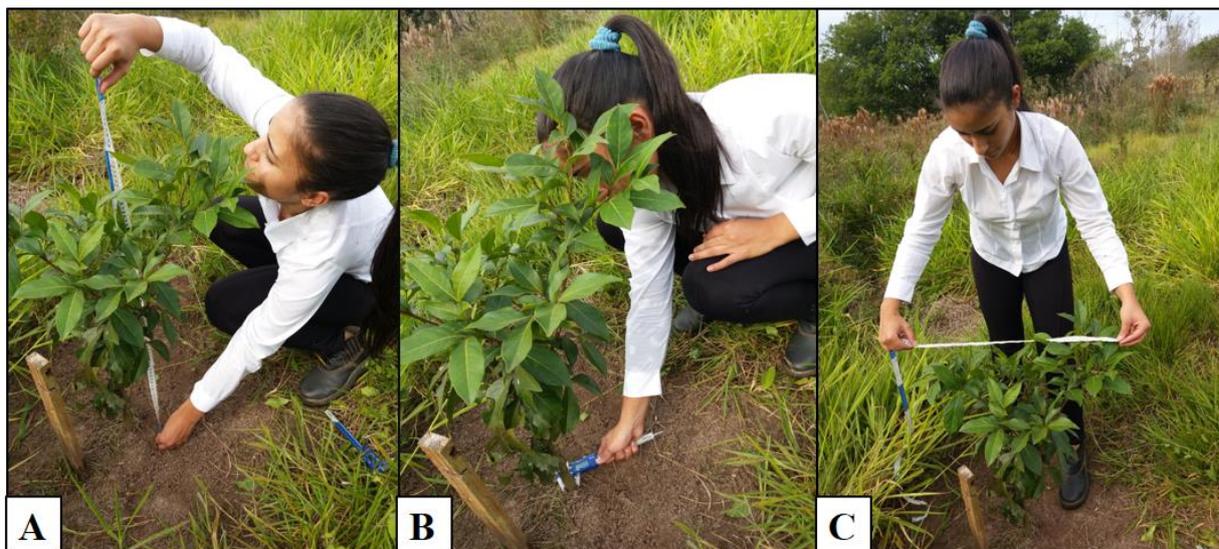


Figura 3. Determinação das características biométricas das plantas: A- Dados da altura; B- diâmetro do caule; C- área da copa.

No dia 22 de março de 2016, foi realizado o plantio aleatório de 200 mudas de 22 espécies as quais são apresentadas na tabela 1.

Tabela1. Relação das espécies arbóreas utilizadas na recuperação da área degradada.

Nome Científico	Nome Popular	Família	Grupo Ecológico	Número de indivíduos
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Angico Vermelho	Leguminosae – Mimosoideae	Oportunista	4
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	Embaúba	Cecropiaceae	Pioneira	7
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra d'água	Euphorbiaceae	Pioneira	7
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Timburi	Leguminosae – Mimosoideae	Pioneira	5

Fonte: Tabela modificada (GIBBERT, 2017)

3.3 Coletas de solo

Para a determinação da umidade do solo e do teor de carbono foram coletadas amostras deformadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm e amostras indeformadas com auxílio dos anéis de Kopeck, nas mesmas profundidades para determinação da densidade do solo, foram coletadas em cinco repetições.



Figura 4. Coleta de amostras indeformadas do solo com auxílio do anel de Kopeck.

Para análise da macrofauna do solo foram coletadas amostras de serrapilheira e amostras indeformadas de solo segundo metodologia do Tropical Soil Biology and Fertility (TSFB) descrita por Anderson e Ingram (1993), em cinco repetições, retirando-se monólitos de 25 x 25 cm, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm e em dois períodos de amostragem contemplando assim o período seco (agosto/2017) e úmido (março/2018). As amostras foram coletadas tanto na área em processo de restauração quanto em uma área com floresta nativa localizada no Horto Municipal Dorcelina Folador, (Figura 1) localizado nas coordenadas 23°45'53" S e 54°17'19" O, permitindo assim a comparação das propriedades edáficas com relação a um ambiente preservado.

Os monólitos retirados foram devidamente identificados e levados ao laboratório de Zoologia da UEMS/UUMN para separação manual dos indivíduos da macrofauna (Figura 5). Os organismos encontrados foram preservados em álcool 70% e posteriormente contabilizados e identificados em grupos de alto nível com uso de chaves específicas (RAFAEL et al., 2012).



Figura 5. A-Separação manual dos indivíduos; B- Identificação dos indivíduos no laboratório Zoologia da UEMS/UUMN.

Após a triagem da macrofauna da camada de serapilheira o material vegetal foi pesado úmido, acomodado em sacos de papel e secos em estufa a 40° C até atingir peso constante (Figura 5). Em seguida o material foi pesado seco para cálculo da massa seca (MS) segundo a equação (02) a seguir:

$$MS = \frac{(Mu - Ms)}{\text{área}} \quad (2)$$

As amostras deformadas de solo coletadas para cálculo da umidade foram acomodadas em placas de Petri, pesadas úmidas e levadas à estufa a 105° C por 48 horas (Figura 5). Em seguida as amostras foram pesadas secas para cálculo da umidade segundo equação (03) a seguir:

$$U(\%) = 100 * \left(\frac{Mu - Ms}{Ms} \right) \quad (3)$$

As amostras de solo coletadas para análise da densidade foram acomodadas em placas de Petri e levadas para secar em estufa a 105° C por 48 horas e pesadas para cálculo da densidade segundo equação (04) a seguir:

$$D = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume}} \quad (4)$$

As análises de carbono orgânico (Figura 6) foram realizadas no Laboratório de Ensino de Química da UEMS, UUMN, através da determinação da oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio (0,167 mol L⁻¹), em meio sulfúrico, com aquecimento

externo e titulado com sulfato ferroso amoniacal ($0,2 \text{ mol L}^{-1}$) na presença do indicador Ferroin (YEOMANS; BREMNER, 1988).

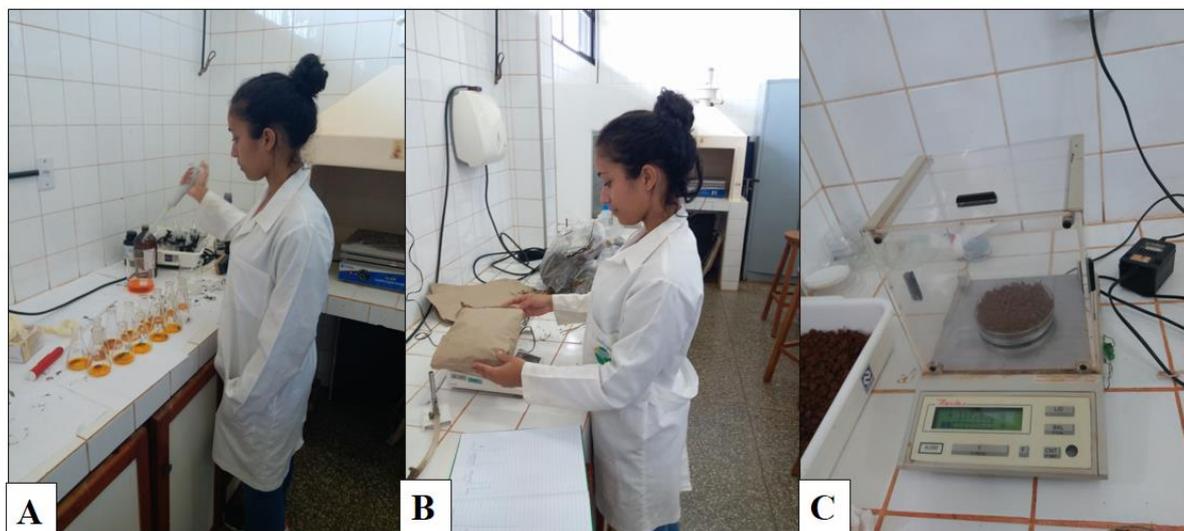


Figura 6. A- Análise do carbono orgânico B- Pesagem da massa seca C-balança pesando solo seco.

3.4 Análises realizadas

Para avaliar as diferenças entre usos do solo considerando todas as variáveis analisadas foi realizada uma análise de correlação canônica (ACC) utilizando-se para tal as variáveis físico-químicas e as variáveis biológicas. Para tal foram construídas duas matrizes, sendo a matriz principal composta de 03 variáveis (densidade, umidade e carbono orgânico total) e a segunda matriz composta por 18 variáveis (grupos de indivíduos encontrados).

Após as determinações os dados foram analisados de forma univariada e multivariada para buscar as relações existentes entre a macrofauna e as características edáficas. Para as análises univariadas foi utilizado o programa estatístico InfoStat (DI RIENZO et al., 2013) e para as multivariadas foi utilizado o programa PCORD versão 6.08.

Os dados físicos e químicos do solo foram analisados individualmente com base na aplicação do Modelo Linear Misto (MLM), utilizado para descrever dados com variações de acordo com parâmetros fixos e aleatórios. A adequação do modelo aos dados foi avaliada pelo critério Akaike (AIC) utilizado para comparação de modelos com mesmos efeitos fixos e diferentes estruturas de covariância (AKAIKE, 1974). O melhor modelo é aquele que apresenta menores valores de AIC sugerindo melhor estrutura (WOLFINGER, 1993).

Para análise dos dados de matéria seca (MS), densidade (Ds), umidade (U) e carbono orgânico total (COT) foram construídos MLM com fatores de variação e transformações específicas para cada caso.

Para análise da MS o MLM foi construído considerando como parâmetros fixos uso do solo e como parâmetros aleatórios o período de coleta e as repetições. Os parâmetros aleatórios foram avaliados sobre a variável uso do solo. Para a redução da heterocedasticidade dos dados foi utilizada a função varIdent.

Para a análise da Ds, U e COT o MLM foi construído considerando como parâmetros fixos o uso e a profundidade do solo e como parâmetros aleatórios o período de coleta e as repetições. Os parâmetros aleatórios foram avaliados sobre as variáveis período de coleta e repetição. Para a redução da heterocedasticidade dos dados foi utilizada a função varExp.

Para análise da macrofauna total foi construído Modelo Linear Generalizado Misto (MLGM) considerando o uso e profundidade do solo como parâmetros fixos e período de coleta e repetição como parâmetros aleatórios, sendo estes avaliados sobre o uso do solo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O solo do local (Tabela 2) apresenta textura média arenosa, solos estes que quando não manejados de maneira correta podem apresentar limitações, como baixa fertilidade, presença de alumínio e baixo teor de matéria orgânica influenciando negativamente o crescimento das plantas (GIBBERT, 2017). Os parâmetros químicos do solo podem ser favorecidos em sistemas que contribuem na manutenção de cobertura vegetal favorece a adição de matéria orgânica, alterando as propriedades químicas do solo e proporcionando maior fertilidade (BACKES, 2017).

O solo da área de estudo apresentou baixos valores de potássio e fósforo. A maioria dos solos brasileiros apresenta deficiência de fósforo, sendo este um elemento limitante para o crescimento das plantas, pois é responsável por impulsionar o desenvolvimento das raízes (SCHUMCHER et. Al., 2004).

Tabela 2. Características físicas e químicas do solo da área de estudo.

Atributos	Unidade	Profundidades (cm)	
		0-20	20-40
Areia total (AT)	g kg ⁻¹ -	799	792
Silte	g kg ⁻¹	49	57
Argila (com dispersante)	g kg ⁻¹	152	150
Classe de Textura	-	Média arenosa (md-ar)	Média arenosa (md-ar)
Matéria orgânica (M.O.) (Colorimétrica)	g.dm ⁻³	18	9
Potássio (K) (Resina)	mmolc.dm ⁻³	0,9	<0,9
Fósforo (P) (Resina)	mg.dm ⁻³	6	4
Cálcio (Ca) (Resina)	mmolc.dm ⁻³	10	8
Magnésio (Mg) (Resina)	mmolc.dm ⁻³	6	3
Alumínio (Al) (KCl 1 mol.L ⁻¹)	mmolc.dm ⁻³	3	<2
Acidez Potencial (H+Al) (SMP)	mmolc.dm ⁻³	28	22
Soma de bases trocáveis (SB)	mmolc.dm ⁻³	16,9	11,6
Capacidade de troca de cátions (CTC)	mmolc.dm ⁻³	44,9	33,6
Saturação da CTC por base (V)	%	38	35
Saturação por alumínio (m)	%	15	15

Fonte: GIBBERT (2017).

A taxa de sobrevivência das espécies estudadas no primeiro monitoramento (setembro/2017) atingiu 98,0% e final (agosto/2018) atingiu 94,0% (Figura 8). A sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em áreas degradadas depende de diversos fatores como disponibilização de nutrientes, competição por água, luminosidade e principalmente o clima.

Estudos com espécies nativas enfocando as taxas de crescimento e de mortalidade além de um melhor entendimento das interações com outras espécies de plantas são de grande importância nas propostas de recolonização e restauração (FUENTES-RAMÍREZ, 2011).

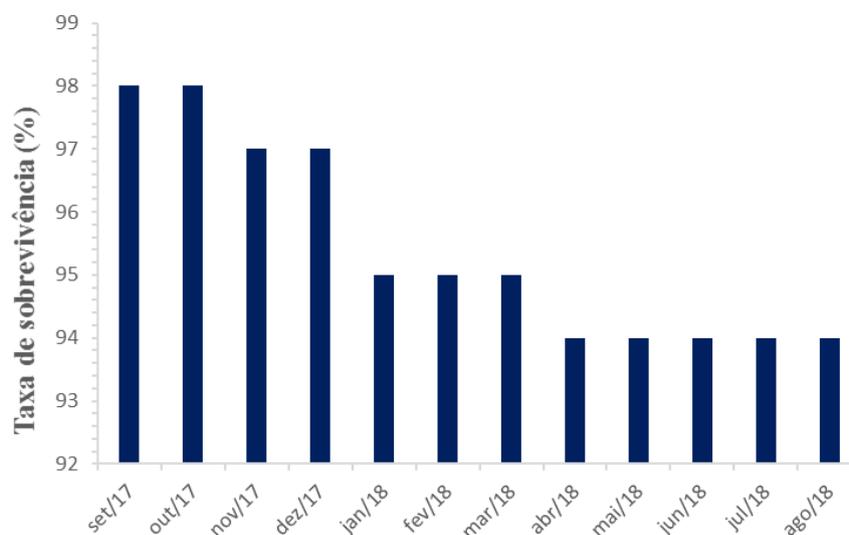


Figura 8. Taxa de sobrevivência das espécies arbóreas.

O parâmetro de crescimento das plantas em altura é um dos mais importantes para determinar o estabelecimento das mudas em ambiente de competição, sendo também indicada para comprovar se a espécie foi ou não plantada em local apropriado (GOLFARI, 1975).

Dentre as espécies estudadas as que apresentaram valores satisfatórios de crescimento médio de altura foram as espécies pioneiras e oportunista *A. macrocarpa* (72,90%), *C. urucurana* (32,51 %) e *E. contortisiliquum*. (22,75%) (Figura 8). Tal resultado concorda com o observado por Vincentin (2015) o qual analisou o crescimento de espécies pioneiras em campo e constatou maior crescimento da espécie *C. urucurana*. Tal constatação é decorrente de sua característica de baixa exigência quanto a critérios edáficos, tornando-a uma espécie favorável à implantação em áreas degradadas (LIMA et al., 2009).

O rápido desenvolvimento das espécies pioneiras viabiliza o desenvolvimento das demais espécies e garante um meio favorável à reestruturação da área local, tendo em vista que a alta proporção de pioneiras acelera o processo de fechamento das copas e, portanto, reduz os custos de manutenção da área (MORAES et al. 2006; DURIGAN, 2010).

A espécie *C. pachystachya* apresentou crescimento negativo quando comparada as outras espécies em altura (-24,19%) o que poderia indicar que esta não se adaptou de forma satisfatória à área em questão, fato este que pode estar relacionado às características químicas do solo que apresenta valores baixos de fósforo e potássio e presença de alumínio. Entretanto, embora esta tenha crescido de forma insuficiente, a espécie tem aspecto importante no processo de restauração que é a atração de fauna nativa, assim, é importante considerar espécies que disponibilizam recursos alimentares como flores e frutos para os animais (PASSOS et al. 2014).

A utilização de espécies zoocóricas em plantios de restauração é importante para a atração da fauna dispersora, favorecendo o aumento da complexidade de interações ecológicas e a relação planta-frugívoro se torna essencial na aceleração da sucessão florestal de áreas em restauração (BARBOSA et al., 2012).

Espécies de crescimento rápido e ciclo de vida curto aumentam a produção de sombra e de serrapilheira com conseqüente aumento da umidade, de alguns nutrientes e da porosidade do solo (PASSOS et al. 2014).

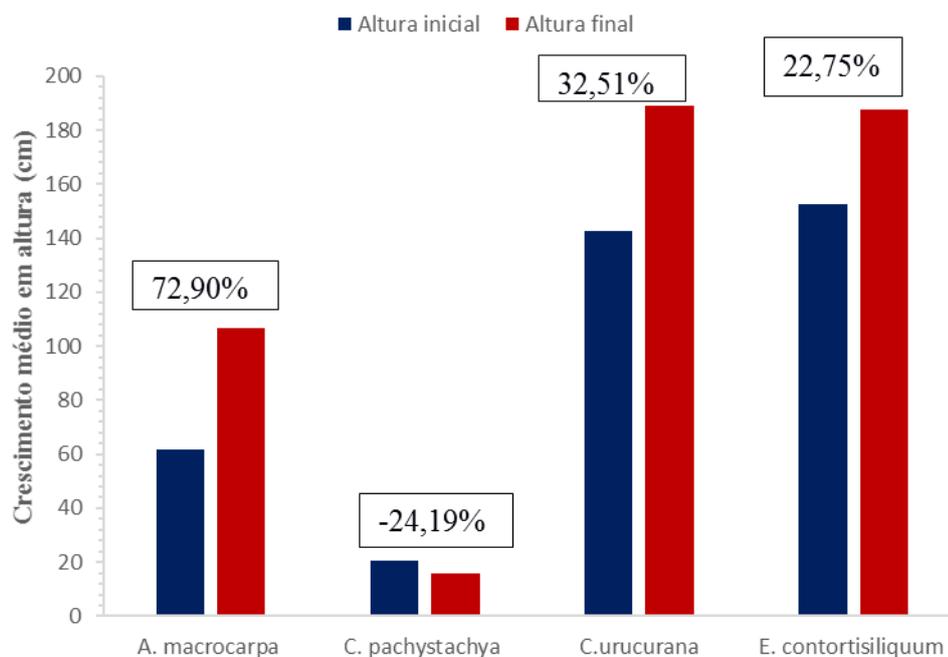


Figura 8. Dados referentes a altura inicial (09/2017) e final (08/2018).

As espécies que apresentaram valores consideráveis de crescimento em relação ao diâmetro do colo foram as *C. pachystachya* (97,76%), *A. macrocarpa* (39,82%) e *C. urucurana*, (31,99%) (Figura 9). Tais resultados assemelharam-se aos dados de monitoramento de Vitro (2017) a qual registrou crescimento de 78,15% para *C. pachystachya*, seguida por *C. urucurana* com crescimento de 30,32 %.

As que espécies dos grupos ecológicos iniciais, que possuíam sistema radicular mais desenvolvido e raízes finas em maior quantidade, apresentaram as maiores taxas de crescimento (BOTELHO et al. 1996).

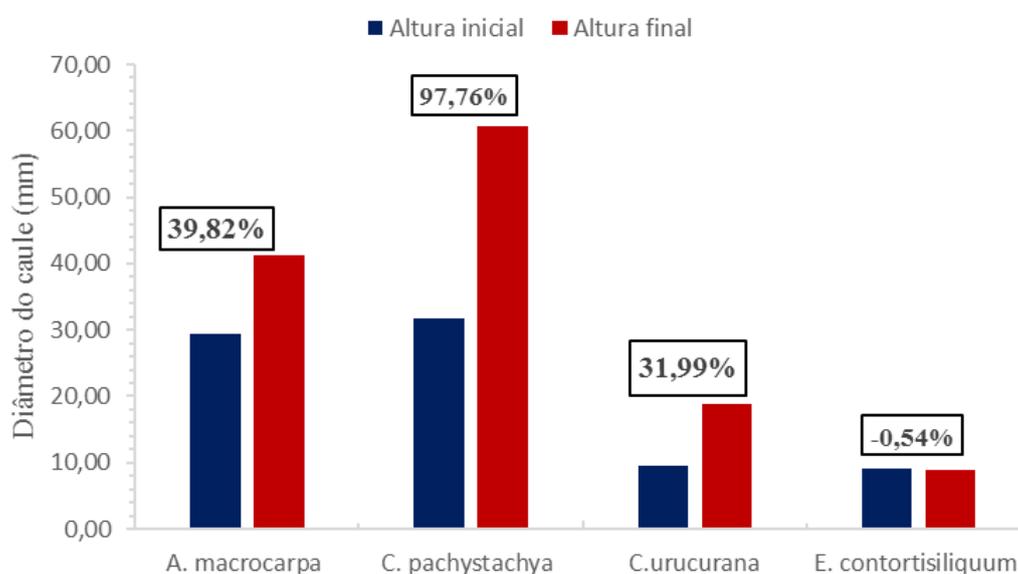


Figura 9. Diâmetro médio inicial (09/2017) e final (08/2018) das espécies estudadas.

Os resultados em relação à copa e sombreamento indicaram que a espécie *E. contortisiliquum* apresentou crescimento de 31,80%, *A. macrocarpa* com 14,76% e *C. pachystachya* 9,26%.

De acordo com Brancalion et al. (2010), as espécies pioneiras permitem que a área apresente fisionomia florestal em pouco tempo, com fechamento do dossel e consequente sombreamento, favorecendo a competição com as gramíneas.

A combinação de espécies de diferentes grupos ecológicos ou categorias sucessionais é extremamente importante nos projetos de recuperação. As florestas são formadas através do processo denominado de sucessão secundária, onde grupos de espécies adaptadas a condições de maior luminosidade colonizam as áreas abertas, e crescem rapidamente, fornecendo o sombreamento necessário para o estabelecimento de espécies mais tardias na sucessão (MARTINS, 2001).

A espécie *C. urucurana*, popularmente chamada de sangra d'água, é pioneira de pequeno a médio porte, heliófila, de crescimento rápido e ciclo de vida curto, abundante em diversas formações florestais brasileiras, tolera encharcamento e inundações do solo, sendo adaptada a terrenos muito úmidos, mas ocorre também em clareiras e bordas de mata em terrenos secos de encosta, sendo resistente a geadas fracas (LORENZI, 2008; DURIGAN et al., 2004).

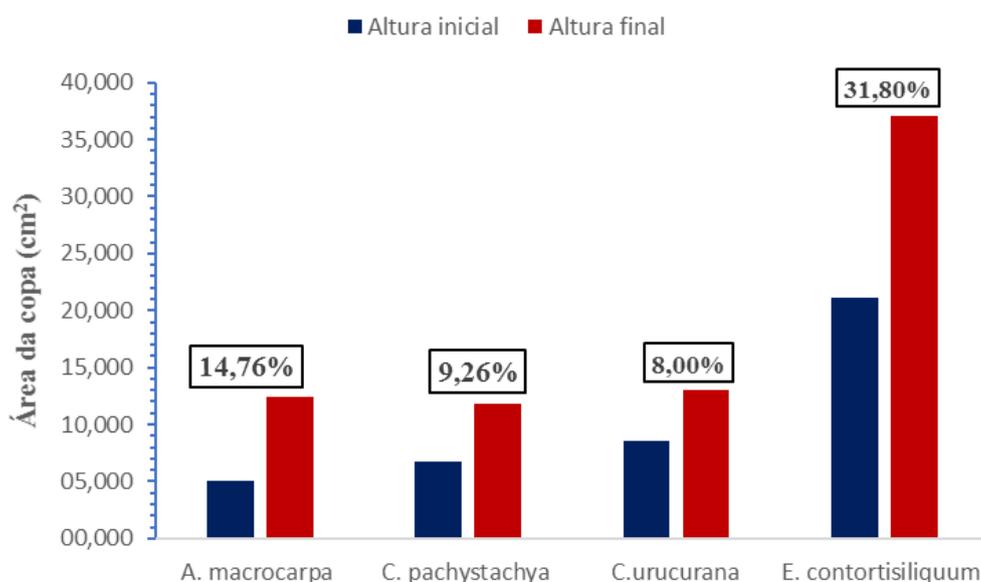


Figura 10. Área de copa média inicial (09/2017) e final (08/2018) das espécies estudadas.

Com relação às características edáficas a área em processo de restauração apresentou densidade do solo mais elevada para as camadas de 10-20 e 20-30 cm, com valores entre 1,60 e 1,67 Mg m⁻³ (Figura 11). Tais valores apresentaram-se acima dos valores críticos à infiltração de água no solo e ao desenvolvimento radicular, definido em torno de 1,55 g cm⁻³ para solos arenosos (CORSINI; FERRAUDO, 1999; SOUZA; CARNEIRO; PAULINO, 2005; REICHERT et al., 2003).

Valores críticos de densidade do solo são relacionados a condições restritivas ao crescimento e desenvolvimento do sistema radicular, à infiltração e ao transporte de água, bem como as trocas gasosas entre solo e atmosfera, o que poderia oferecer restrições ao crescimento das espécies arbóreas na área em processo de recuperação (FONSECA et al., 2007).

O aumento de densidade observado em profundidade, tanto para a área de mata quanto para restauração era esperado, tendo em vista que com o aumento da profundidade reduz-se a quantidade de matéria orgânica e aumenta o teor de argila, provocando então o aumento da densidade neste sentido (PEQUENO et al., 2010; AZEVEDO; DALMOLIN, 2006).

As menores densidades foram observadas para a camada 0-10 cm tanto da mata quanto da restauração, sendo 1,32 e 1,36 Mg m⁻³ respectivamente, diferindo do encontrado por Merlim (2005), que encontrou em seu trabalho valores de densidade em restauração de 0,94 g m⁻³, muito abaixo do observado neste trabalho.

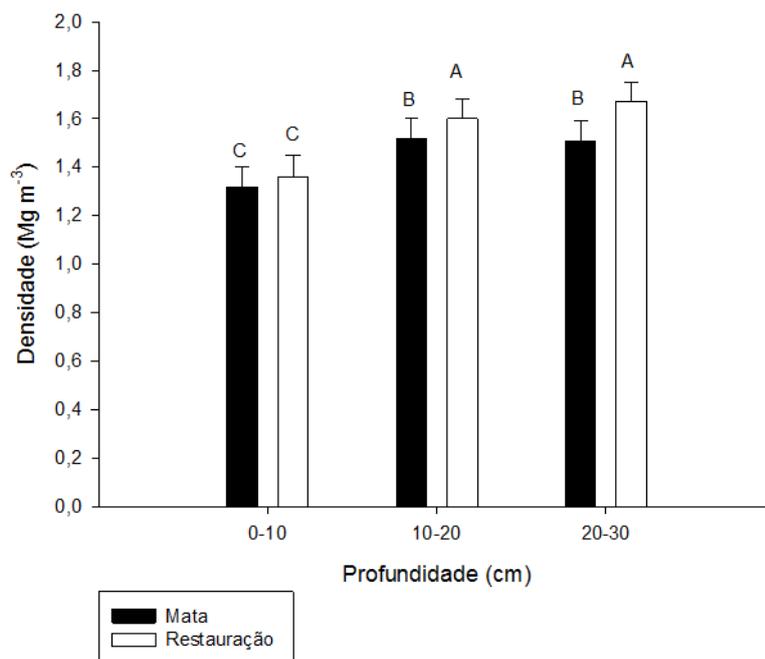


Figura 11. Densidade do solo observada para os diferentes usos do solo. Letras diferentes maiúsculas indicam diferença pelo teste DGC 5%. As barras indicam o erro padrão das médias.

Em relação à massa seca da serapilheira observou-se que a restauração apresentou 34,11 t ha⁻¹ e a mata 24,61 t ha⁻¹ (Figura 12). Garcia et al (1994) em seu trabalho citam que a presença de vegetação em área de restauração é importante porque aumenta a retenção de água e conseqüentemente o aumento da umidade do ambiente para reestabelecer os indivíduos no local.

Os valores de massa seca encontrados na restauração foram maiores em relação ao da mata nativa devido à presença de gramíneas e espécies invasoras (*Conyza bonariensis*) que proliferaram após o isolamento da área (GIBBERT, 2017).

A serrapilheira é considerada como a principal fonte de nutrientes via transferência de carbono orgânico e nutrientes para o solo, podendo influenciar na umidade e também na diversidade de organismos da macrofauna. (CALDEIRA et al., 2008; PEREZ et al., 2004).

A matéria orgânica associada ao bom estado da estrutura do solo aumenta sua capacidade de retenção de água e proporciona ao desenvolvimento radicular em profundidade, o que resulta em plantas mais saudáveis, com rápido desenvolvimento e resistente a estresses hídricos e nutricionais. As espécies estudadas apresentaram um bom desenvolvimento em crescimento e diâmetro de copa, visto que o aumento de matéria orgânica também aumenta a quantidade de microrganismos que por sua vez são capazes de mobilizar nutrientes para as raízes (WALTERS, 1980).

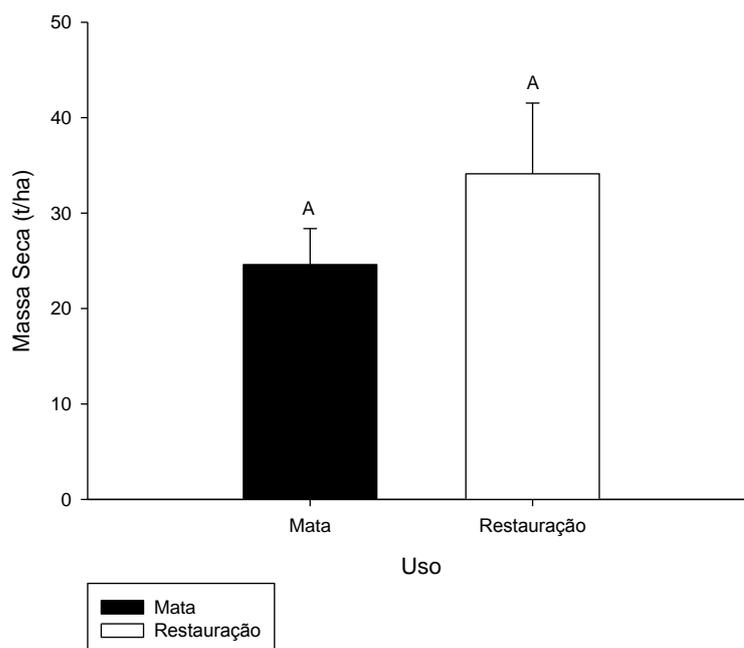


Figura 12. Dados da Massa Seca da Serapilheira para ambos os usos do solo. Letras diferentes maiúsculas indicam diferença pelo teste DGC 5%. As barras indicam o erro padrão das médias.

Em relação à umidade do solo, observou-se diferença significativa entre os usos (Figura 13), com a área em processo de restauração apresentando maior umidade (entre 15 e 20 %) que a área de mata (entre 10 e 11%). Nas áreas de mata, pode-se perceber a presença de uma camada menos espessa de serrapilheira depositada sobre o solo, bem como a presença de espécies arbóreas adultas, consumindo assim maior quantidade de água, reduzindo assim a umidade do solo neste local (ÁVILA et al., 2010).

Os valores de umidade mais elevados observados na área em processo de restauração se deve à deposição de espessa camada de serrapilheira, a qual propicia maior proteção da superfície do solo, mantendo a umidade e reduzindo a amplitude térmica do mesmo, e também devido a proximidade da área de uma nascente (BACKES, 2017; XAVIER et al., 2006).

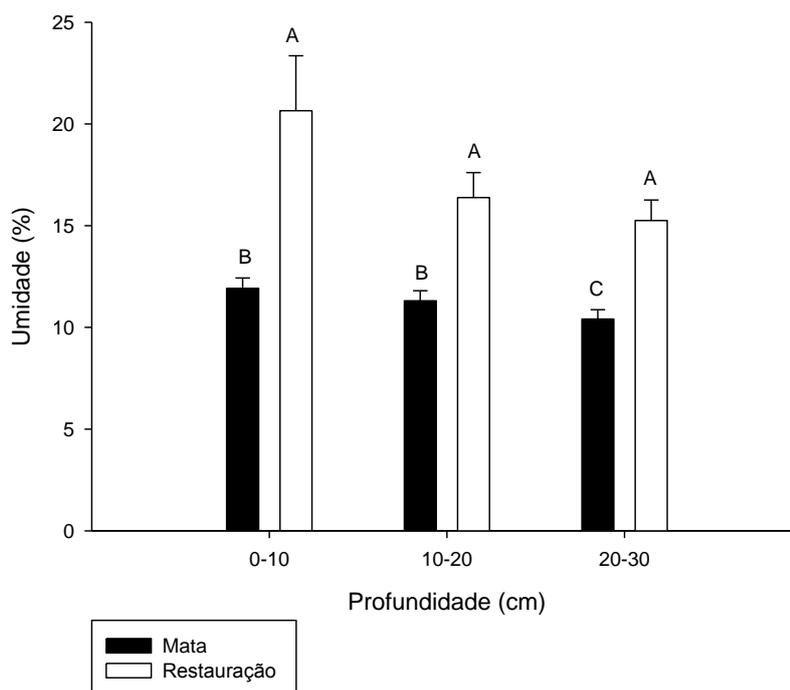


Figura 13. Dados da umidade do solo para os diferentes usos do solo. Letras diferentes maiúsculas indicam diferença pelo teste DGC 5%. As barras indicam o erro padrão das médias.

Os valores de carbono orgânico total (COT) encontrados na mata foram superiores ao encontrado na restauração (Figura 14), em todas as profundidades, sendo na camada de 0-10 cm encontrado o maior teor de COT ($36,00 \text{ g kg}^{-1}$), seguido pelas camadas 10-20 e 20-30 cm, com valores de $27,04$ e $20,89 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Os maiores valores de COT encontrados na mata podem estar relacionados à maior diversidade de plantas e densidade de espécies arbóreas (ALCÂNTARA NETO et al., 2011).

Os resultados observados para o presente trabalho diferiram dos resultados encontrados por Santos (2017) que, trabalhando na mesma área em processo de restauração, para os primeiros anos após o plantio, encontrou valores de COT de $22,67 \text{ g kg}^{-1}$, valor este muito superior aos valores encontrados no presente trabalho de $9,31 \text{ g kg}^{-1}$ para a camada 0-10 cm, $8,20 \text{ g kg}^{-1}$ para a camada 10-20 cm e $5,06 \text{ g kg}^{-1}$ para a camada 20-30 cm.

O carbono orgânico do solo é essencial para o crescimento das plantas, acarreta melhor desenvolvimento, bem como eficiência de utilização de nutrientes. A menor quantidade de carbono presente na restauração foi inferior ao observado na mata devido ao aporte de vegetação ainda ser pouco diversificado, e o solo estar em processo de restauração (PAUL et al. 2013).

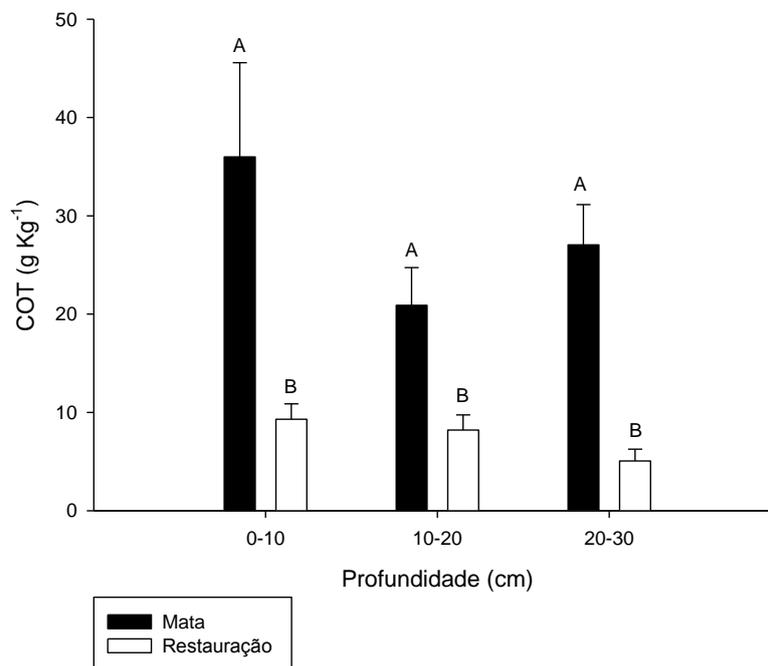


Figura 14. Dados do Carbono Orgânico total do solo para os diferentes usos do solo. Letras diferentes maiúsculas indicam diferença pelo teste DGC 5%. As barras indicam o erro padrão das médias.

Outra forma de avaliar a recuperação de uma área é através da análise de bioindicadores como, por exemplo, a macrofauna edáfica. A macrofauna tem seu benefício cada vez mais conhecido pelo papel ativo que desempenha na ciclagem de nutrientes e na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, favorecendo o crescimento das plantas (VASCONCELLOS, 2012).

Na análise da macrofauna observou-se que a restauração apresentou um número maior de indivíduos (9,80) na camada 0-10 cm, seguido pelas camadas superficiais da mata com valores de 6,20 e 5,86 para as camadas 0-10 e 10- 20 cm, respectivamente.

A presença de cobertura morta nestes sistemas estimula a fauna edáfica, as raízes e a microbiota do solo, o que permite manter o solo em equilíbrio e permanentemente protegido contra a degradação. Da mesma forma, a camada de cobertura sobre o solo favorece a ciclagem de nutrientes e a presença de nichos para a habitação de fauna edáfica e favorece a atividade dos organismos “engenheiros do ecossistema”, entre eles as Minhocas, Formigas e Isopteras (BARROS et al., 2003; MELO, 2017).

A maior quantidade de indivíduos observados na restauração também pode ser estimulada pela maior umidade do solo neste tipo de uso, mantendo os organismos restritos à

camada mais superficial do solo, onde encontram maior presença de material orgânico e maior umidade (BANDEIRA e HARADA, 1998).

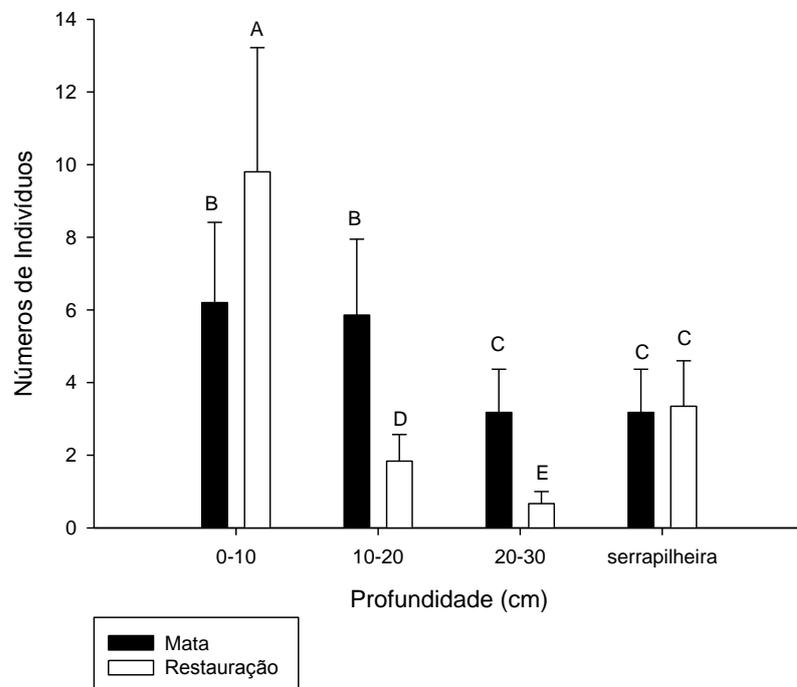


Figura 15. Número médio de indivíduos da macrofauna do solo para os diferentes usos do solo. Letras diferentes maiúsculas indicam diferença pelo teste DGC 5%. As barras indicam o erro padrão das médias.

Segundo Topp et al (2001) a atuação dos “engenheiros do ecossistema” melhora significativamente as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo em áreas submetidas a recuperação. A minhoca tem um potencial de melhorar o solo degradado, sendo assim um excelente indicador de qualidade do solo (BARETTA, 2010).

As estruturas construídas por “engenheiros do ecossistema” podem facilitar o funcionamento do solo e privilegiar estes locais com a funcionalidade de seus processos básicos (infiltração de água e ar e mineralização de C e N, entre outros) (MERLIM, 2005), favorecendo assim a recuperação das propriedades físicas e químicas do solo e consequentemente o estabelecimento e crescimento de espécies arbóreas.

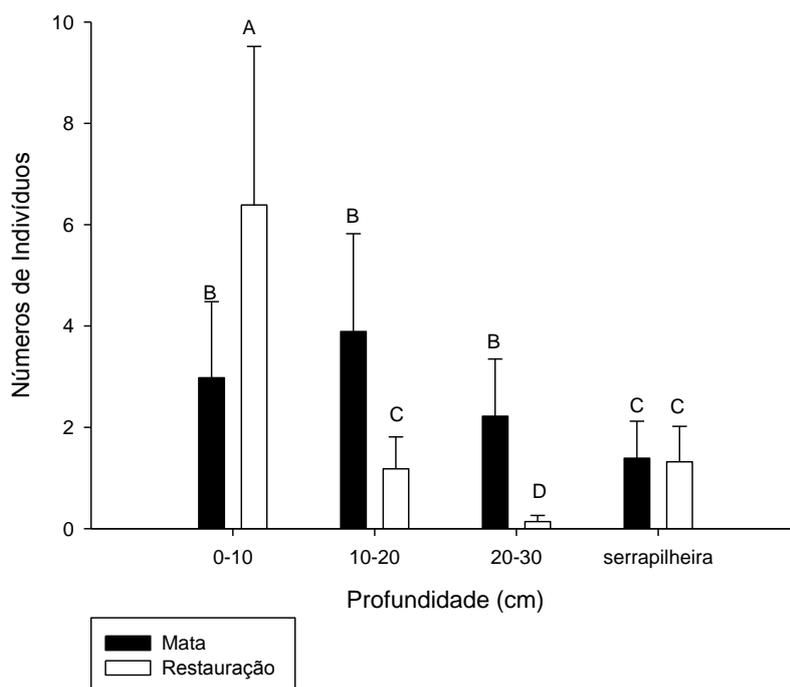


Figura 16. Número médio de indivíduos dos “engenheiros do solo” para os diferentes usos do solo. Letras diferentes maiúsculas indicam diferença pelo teste DGC 5%. As barras indicam o erro padrão das médias.

Nos diferentes usos estudados a riqueza de espécies não diferiu estatisticamente, mostrando que a área em recuperação pode oferecer características semelhantes à mata para sobrevivência de uma diversidade de organismos da fauna edáfica. Tal resultado diferiu do encontrado por Catanozi (2010) o qual identificou que áreas relativas a ecossistemas naturais apresentaram maiores valores de riqueza em relação a ambientes em restauração ecológica.

O presente trabalho mostra-nos que o ambiente em processo de restauração possui riqueza com valores próximos ao ambiente preservado, indicando que o ambiente em processo de restauração vem se recuperando de maneira satisfatória.

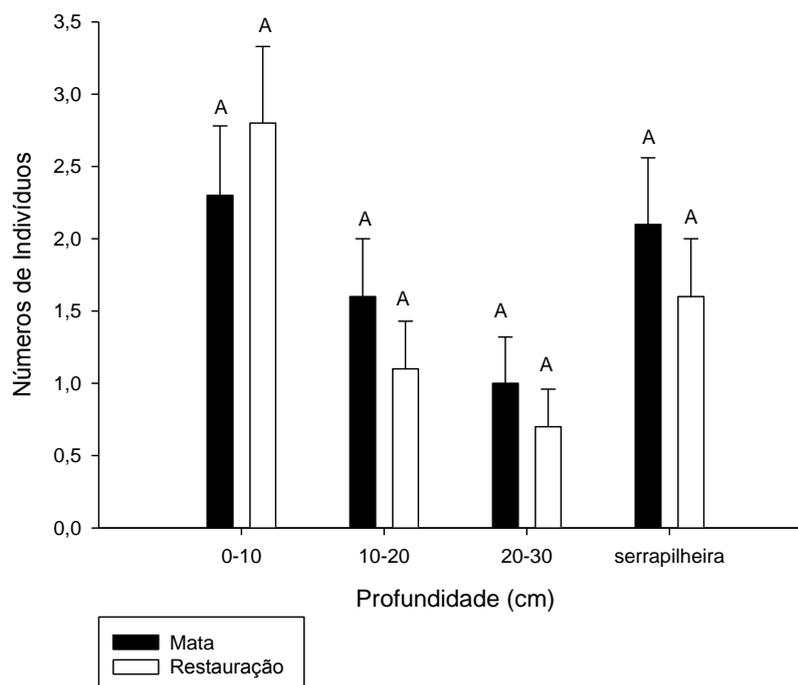


Figura 17. Número médio de indivíduos da riqueza do solo para os diferentes usos do solo. Letras diferentes maiúsculas indicam diferença pelo teste DGC 5%. As barras indicam o erro padrão das médias.

Para a interpretação da ACP (Figura 18) foram retidos os eixos 1 e 2, visto que o eixo 1 representou 46,24% da variação do gradiente e o eixo 2 representou 37,09%, totalizando 83,33% da variação.

O eixo 1 separou os diferentes usos do solo, alocando as áreas de mata do lado esquerdo do gráfico, bastante relacionadas com o teor de COT. Já as áreas de restauração foram alocadas à direita do gráfico, relacionadas com maiores valores de umidade do solo.

O eixo 2 foi eficiente na separação entre as profundidades do solo, de maneira que as camadas superficiais foram alocadas na parte inferior do gráfico, indicando melhor relação com os dados de umidade. As camadas mais profundas foram relacionadas com os valores de densidade.

Tal comportamento mostra que as camadas mais superficiais do solo não diferem entre os usos com relação às propriedades físicas do solo, mas sim com relação às propriedades químicas e hídricas (COT e U).

As comunidades biológicas do solo podem sofrer variação ao longo de escalas de tempo, estimulada por mudanças na umidade e temperatura do solo, bem como na oferta de recursos em função do crescimento das plantas (BARDGETT; VAN DER PUTTEN, 2014, p.507).

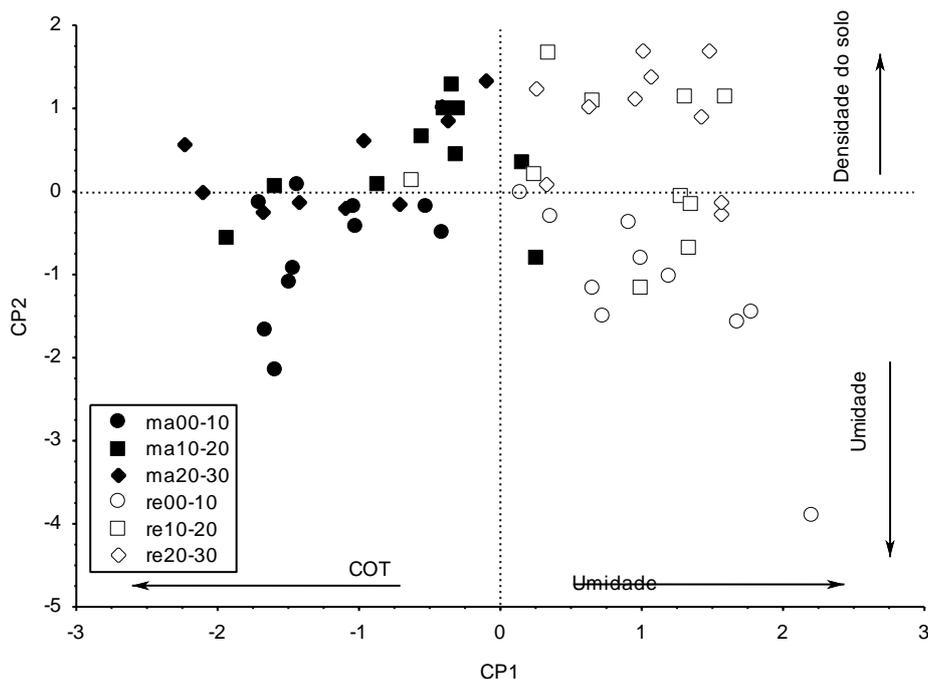


Figura 18. Análise dos componentes principais relacionados ao eixo 1 e 2, discriminado as áreas sob floresta e restauração de acordo, com os parâmetros físicos e químicos.

Na ACC observa-se que houve separação entre os usos do solo de forma que as áreas de mata apresentam relação com os teores de COT, favorecendo assim o aparecimento de uma maior diversidade de grupos da fauna, como aranhas, himenópteras, hemípteras, coleóptera, cupins, isópteras, larvas de coleóptera, dípteras, orthópteras e cupins.

A área em processo de restauração apresentou relação com os valores de densidade e umidade, permitindo o desenvolvimento de uma menor quantidade de grupos como minhocas, díptera, dermapteras, thysanoptera e blatária.

Embora seja perceptível essa diferenciação na ACC pode-se observar que há uma aproximação entre a alocação dos pontos de mata e restauração, indicando que o ambiente em processo de restauração apresenta características que se assemelham às características encontradas na mata, mostrando que o ambiente vem se recuperando de maneira satisfatória.

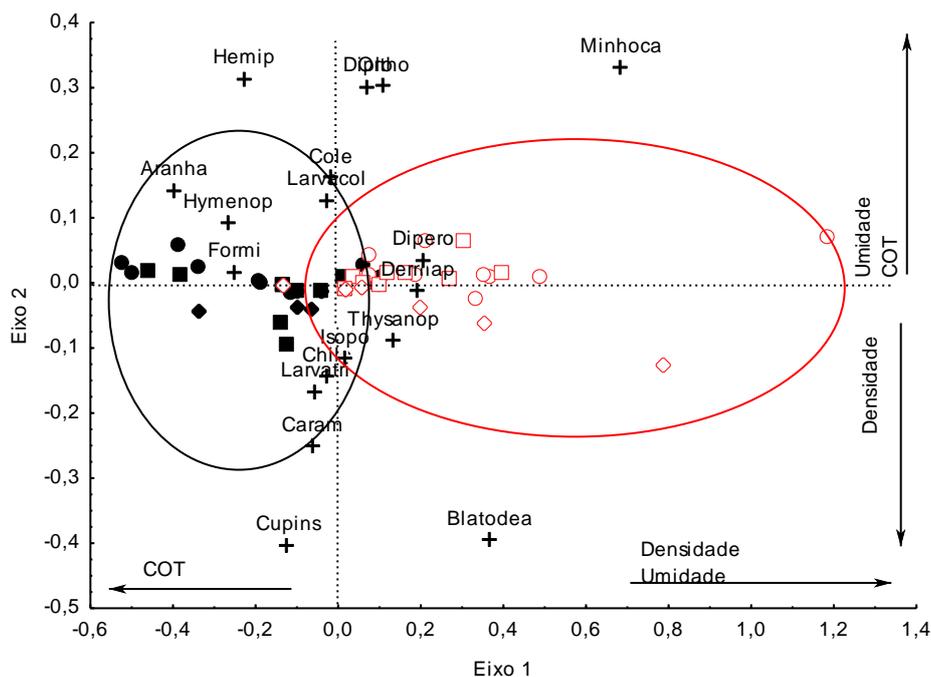


Figura 19. Análise de correspondência canônica relacionada ao eixo 1 e 2 discriminando as áreas sob mata e restauração de acordo, com os parâmetros físicos, químicos e os diferentes táxons de macrofauna. Os usos do solo estão representados em preto para mata e vermelho para restauração e as profundidades estão representadas por círculo para 0-10 cm, quadrado para 10-20 cm e losango para 20-30 cm.

5. CONCLUSÕES

Para o presente trabalho com a realização do monitoramento das plantas foi possível observar uma taxa elevada de sobrevivência.

As espécies que apresentaram desenvolvimento significativo em todos os parâmetros estudados foram a oportunista *A. macrocarpa* e a pioneira *C. urucurana*.

A precipitação apresentou níveis de chuva superiores ao índice de normalidade do município.

As características físicas apresentaram valores superiores em todas camadas no ambiente de restauração densidade, massa seca e umidade. O COT apresentou valores superiores na mata em relação a restauração, deve-se isso a mata ser um ambiente preservado.

E relação aos indivíduos da macrofauna estudados o ambiente de restauração apresentou uma quantidade de indivíduos superior ao da mata, apesar de a mata apresentar grupos de indivíduos mais diversificados, mostrando que o ambiente em restauração vem se aproximando do observado para a mata, indicando que o mesmo está se recuperando de maneira satisfatória.

Recomenda-se que, sempre que possível haja correção do solo através de adubação, para aumentar valores de fósforo e potássio, para que não haja presença de alumínio e para melhor desenvolvimento de espécies arbóreas futuras.

REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. **A new look at the statistical model identification**. IEEE Transactions on Automatic Control. Washington, DC, v. 19, n. 6, p. 716-723, 1974.

ALCÂNTARA NETO, F. de; GRAVINA, G. de A.; SOUZA, N. O. S.; BEZERRA, A. A. de C. Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 02, p. 266-271, 2010.

ALCÂNTARA NETO, F. et al. Compartimentos de carbono em latossolo vermelho sob cultivo de eucalipto e fitofisionomias de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.03, p. 849-856, 2011.

ANDERSON, J.M.; INGRAM, J.S.I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2 ed. Wallingford: CAB International, 1993. 221p.

ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R. de; SILVA, A. M. da. Estabilidade temporal do conteúdo de água em três condições de uso do solo, em uma bacia hidrográfica da região da Serra da Mantiqueira, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2001-2009, nov./dez. 2010.

AZEVEDO, A.D.; DALMOLIN,R.S. **Solos e ambiente: UMA INTRODUÇÃO**. Santa Maria: Pallotti, 2006. 100p.

BACKES, M, A. **Diversidade da macrofauna epiedáfica em diferentes usos do solo na área experimental da universidade federal da fronteira sul – campus cerro largo**. Trabalho de conclusão de curso. Cerro Largo, 2017.

BARBOSA., J. M, EISENLOHR, P.V, RODRIGUES, M. A, BARBOSA, K.V. Ecologia da dispersão de sementes em florestas tropicais. In: Martins SV, editor. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**.Viçosa: Editora UFV; 2012.

BARDGETT, R.D., VAN DER PUTTEN, W.H., 2014. Belowground biodiversity and ecosystem functioning.**Nature** 515, 505-511.

BANDEIRA, Ademar G.; HARADA, Ana Y. Densidade e distribuição vertical de macroinvertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia Central. **Acta Amazônica**. p.191-204, 1998.

BARETTA, D; BARETTA, C. R. D. M.; CARDOSO, E. J. B. N. Análise multivariada de atributos microbiológicos e químicos do solo em florestas com Araucaria angustifolia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.32, p.2683-2691, 2008.

BARROS, E.; NEVES, A.; BLANCHART, E.; FERNANDES, E.C.; WANDELLI, E.; LAVELLE, P. Development of the soil macrofauna community under silvopastoral and agrosilvicultural systems in Amazonia. *Pedobiologia*, v.47, p.273-280, 2003.

BARETTA, D.; BROWN, G.G.; CARDOSO, E.J.B.N. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), v. 26, n. 2, p. 135-150, 2010.

BARROS, E.; GRIMALDI, M.; SARRAZIN, M.; CHAUVEL, A.; MITJA, D.; DESJARDINS, T.; LAVELLE, P. Soil physical degradation and changes in macrofaunal communities in Central Amazon. *Applied Soil Ecology*, v.26, n.2, p. 157-168, 2004.

BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A.; FELIZARI, S.R.; RUFFATO, A. **Recuperação e proteção de nascentes em propriedades rurais de Machadinho, RS**. Brasília, EMBRAPA, 2013. 26p.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P. Y.; NAVE, A. G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 455-470, 2010.

BRANCALION, P.H.S.; VIANI, R.A.G.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S.V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa, UFV, 2015. 376p.

BRANCALION, P. H. S.; Rodrigues, R. R. Implicações do cumprimento do Código Florestal vigente na redução de áreas agrícolas: um estudo de caso da produção canieira no Estado de São Paulo. *Biota Neotropica*, 2010. v. 10, p. 63-66.

BRASIL. Lei 12651/2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial** [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2012.

BOTELLHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de minas gerais. *Cerne*, v.2, n.1, p.4-13, 1996.

CALDEIRA, M.V.W.; VITORINO, M.D; SCHAADT, S.S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.1, p. 53-68, 2008.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S. & AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

CATANOZI, G. Análise espacial da macrofauna edáfica sob diferentes condições ambientais dos trópicos úmidos. 2010. Tese (Doutorado em Análise ambiental e Dinâmica territorial) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

CORSINI, P.C.; FERRAUDO, A.S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.289-298, 1999.

DI RIENZO J.A, CASANOVES F, BALZARINI M.G, GONZALEZ L, TABLADA M, ROBLEDO C.W. 2013. **InfoStat version 2013**. Córdoba, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

DURIGAN, G., ENGEL, V.L., TOREZAN, J.M., MELO, A.C.G., MARQUES, M.C.M., MARTINS, S.V., REIS, A. & SCARANO, F.R. 2010. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas. **Revista Árvore** 34: 471-485.

DURIGAN G.; FRANCO, G.A.D.C. & SIQUEIRA, M.F. 2004. A vegetação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo. Pp. 29-56. In: M.D. Bitencourt & R.R. Mendonça (orgs.). **Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado do Estado de São Paulo**. São Paulo, Annablume, Fapesp.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: VAN LIER, Q. de J. **Física do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo**, 2010. p. 01-27.

FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M.; FERREIRA, D. F. Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.4, p.651-660, 2010.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R.; OLIVEIRA, G. C.; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de latossolo vermelho distrófico de cerrado sob duas rotações de cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 37, n. 1, p. 22-30. 2007.

FRANCO, R.; **Fauna Edpáfica Sob Modelos em Estágio Inicial de Restauração de Floresta Subtropical**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

FREITAS, I, C.; **Atributos físicos, químicos e estoques de carbono e nitrogênio do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo no mesorregião central mineira**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. 2016.

FUENTES-RAMÍREZ, A.; PAUCHARDB, A.; CAVIERESA, L. A.; GARCÍA, R. A. Survival and growth of *Acacia dealbata* vs. native trees across an invasion front in south-central Chile. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 261, n. 6, p. 1003 - 1009, 2011.

GARCIA, C.; HERNÁNDEZ, T.; COSTA, F. Microbial activity in soils under Mediterranean environment conditions. **Soil Biology and Biochemistry**, v.26, n.9, p.1185-1191, 1994.

GIBBERT, L.T. **Desenvolvimento de espécies arbóreas na recuperação de nascente em Mundo Novo – MS**. 2017. 46p. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Mundo Novo.

GEE, G.W.; OR, D. Particle-size analysis. In: CAMPBELL, G.S.; HORTON, R.; JURY, W.A.; NIELSEN, D.R.; ES, H.M. van; WIERENGA, P.J.; DANE, J.H.; TOPP, G.C. **Methods of soil analysis**. Pt4: Physical methods. Madison: Soil Science Society of America, 2002. P.278-283.

GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. **Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado**, Belo Horizonte: (PNUD/FAO/IBDF-BRA/71/545. Série Técnica, 3, 1975.

KIBBLEWHITE, M.G.; RITZ, K.; SWIFT, M.J. Soil health in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B*, v. 363, p. 685-701, 2008.

LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, W.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, O.W.; DHILLION, S. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **European Journal of Soil Biology**, Issy les Moulineaux, v.33, n.4, p.159-193, 1997.

LAVELLE P, B, E, MARTIN S, SPAIN A, TOUTAIN F, BAROIS I, SCHAEFER RA. Hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**. 1993; 25:130-50. MARTINS, S.V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2009, 270p.

LAVELLE, P.; DECAËNS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.; MARGERIE, P.; MORA, P. & ROSSI, J.P. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology**, 42: S3-S15, 2006.

LIMA, J. A.; SANTANA, D. G.; NAPPO, M. E. Comportamento inicial de espécies na revegetação da mata de galeria na fazenda Mandaguari, em Indianópolis, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 4, p. 685-649, 2009.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2008. p. 114.

MARTINS, S V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2009.

MARTINS, S.S.; KUNZ, S.H. Use of evaluation and monitoring indicators in a riparian forest restoration project in Viçosa, Southeastern Brazil. In: RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; GANDOLFI, S. **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York: Nova Science Publishers Inc. 2007, p.261273.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, ed. 2, 2009.

MERLIM, A. O. **Macrofauna Edáfica em Ecossistemas Preservados e Degradados de Araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP**. 2005. 89p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ecologia de Agroecossistemas - Universidade de São Paulo. Piracicaba 2005.

MELO, G.L, SPONCHIADO J, CÁCERES N.C, FAHRIG L. **Testing the habitat amount hypothesis for South American small mammals.** *Biol Conserv.* Elsevier Ltd; 2017;209: 304–314.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas de preservação permanente e unidades de conservação x áreas de risco: o que uma coisa tem a ver com a outra?.** Disponível em http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_publicacao/202_publicacao01082011112029.pdf. Acesso em : 10 de Julho de 2018.

MIRANDA, F. S.; GIOTTO, A. C.; MUNHOZ, C. B. R. Crescimento inicial de *Cecropia pachystachya* Trec. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **In: IX Simpósio Biodiversidade** - V.13, N1, 2014 - pág. 36 Nacional – Cerrado, Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Brasília DF, 7f. 2008.

MORAES, L. F. D. ; ASSUMPCÃO, J. M. ; LUCHIARI, C. ; PEREIRA, T. S. . Plantio de espécies arbóreas nativas para a restauração ecológica na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil.. **Rodriguesia**, v. 57, p. 477-489, 2006.

PASSOS, F. B., LOPES, C. M., AQUINO, F. G. & RIBEIRO, J. F. Nurse. 2014. Plant effect of *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. in area of Brazilian Savanna undergoing a process of restoration. **Brazilian Journal of Botany**, 37: 251–259.

PAUL, B.K.; VANLAUWE, B.; AYUKE, F.; GASSNER, A.; HOOGMOED, M.; HURISSO, T.T.; KOALA, S.; LELEI, D.; NDABAMENYE, T.; SIX, J.; PULLEMAN, M. M. Medium-term impact of tillage and residue management on soil aggregate stability, soil carbon and crop productivity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.164, p.14-22, 2013.

PEQUENO,P.L.L.;SCHILINDWEIN,J.A.;LOCATELLI,M; CHAGAS,F. Avaliação da densidade do solo em áreas com cafeeiro robusta arborizado em Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2010. Uberlândia. Anais... Uberlândia : Editora, 2010.

PEREZ, K.S.; RAMOS, M.L.G. & McMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesq. Agropec. Bras.**, 39:567-573, 2004.

RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia.** Ribeirão Preto: Holos, 2012. 796p.

RAIJ, B. **Análise química de solo para fins de fertilidade.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência e Ambiente**, v.27, p.29-48, 2003.

RESENDE, L. A.; PINTO, L. V. A.; SANTOS, E. C.; SILVA, S. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em diferentes modelos de plantio na recuperação de áreas

degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos. Viçosa, MG: **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, 2015.

RODRIGUES, R.R.; LIMA, R.A.F.; GALDOLFI, S.; NAVE, A.G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experiences in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v.142, n.6, p.1242-1251, 2009.

ROUSSEAU, X.G.; SILVA, R.P.; CELENTANO, D.; CARVALHO, R.J. **Macrofauna do solo em uma cronosequência de capoeiras, florestas e pastos no Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental**. São Luis, Maranhão, Brasil, 2014.

ROSSI, J. -P.; MATHIEU, J.; COOPER, M.; GRIMALDI, M. Soil macrofaunal biodiversity in Amazonian pastures: Matching sampling with patterns. **Soil Biology & Biochemistry**, Kidlington, v. 38, n. 8, p. 2178-2187, 2006.

SANTOS, T, M.D. **Estoque de carbono do solo e evolução de dióxido de carbono sob diferentes sistemas de manejo**. 2017. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Mundo Novo.

SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; HERNANDES, J.I; KONIG, F.G Produção de serrapilheira em uma floresta de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande, RS. **Revista Árvore**, v.28, p 29-37,2004.

SEMADE, 2011. Caderno Geoambiental – Região Cone-Sul. Campo Grande, 2015. Disponível em: <http://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/sites/74/2016/02/Geoambientes-da-Faixa-de-Fronteira-Versao-2016.pdf>. Acesso em: 14 maio 2018.

SETTE JUNIOR, C.R.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C.T.S.; LACLAU, J.P. Crescimento em diâmetro do tronco das árvores de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maidem e relação com variáveis climáticas e fertilização mineral. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 43, n. 6 p. 979-990, 2010.

SOARES, J.V.; ALMEIDA, A.C. Modeling the water balance and soil water fluxes in a fast growing Eucalyptus plantation in Brazil. **J. Hydrology**, 253:130-147, 2001.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; SILVA, C. A.; BUZETTI, S. Frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob cerrado submetido a diferentes sistemas de manejos e usos do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 323-329, 2006.

SILVA, A. J. N. **Alterações físicas e químicas de um Argissolo Amarelo coeso sob diferentes sistemas de manejo com cana-de-açúcar**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2003. 120 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SILVA, R.F.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M, GUIMARÃES, M.F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.**, 41:697-704,2006.

TOPP, W.; SIMON, M.; KAUTZ, G.; DWORSCHAK, U.; NICOLINI; PRÜCKNER, S. Soil fauna of a reclaimed lignite open-cast mine of the Rhineland: improvement of soil quality by surface pattern. **Ecological Engineering**, 17: 307-322, 2001.

VICENTIN, A. **Monitoramento de mudas em plantio para restauração ecológica em área de floresta ombrófila densa**. Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2015.

VITRO, R.G. **Desenvolvimento de espécies arbóreas em áreas de reserva legal degradada no sul de Mato Grosso do Sul**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Mundo Novo. 2017.

Xavier, F.A.S.; Maia, S.M.F.; Oliveira, T.S. e Mendonça, E.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**, vol. 30, n. 2, p. 247-258. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000200006>.

YEOMANS, A.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication Soil Science Plant Analysis**, v. 19, n. 13, p. 14671476, 1988.

WALTERS, H.J. Disease control. **Crops and soils magazine**, Madison, v. 32, 0. 7-8, 1980

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics - Simulation**, Ontario, v. 22, n. 4, p. 1079-1106, 1993.