

Caracterização e recuperação de áreas com coprodutos de mineração no semiárido da paraíba. Emprego de serrapilheira

Characterization and recovery of areas with mining co-products in paraíba semiarid. Increment of litter

Caracterización y recuperación de áreas con coproductos de la minería en el semiárido de paraíba. Uso del cuero

Recebido: 05/03/2022 | Revisado: 12/03/2022 | Aceito: 18/03/2022 | Publicado: 26/03/2022

Kyegla Beatriz da Silva Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3261-1389>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: kyeglabeatriz10@hotmail.com

Rivaldo Vital dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7170-0114>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: vitalrivaldo@gmail.com

Arliston Pereira Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1981-2319>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: arlistonpereira@gmail.com

Teotônio Lucas Sabino Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5784-842X>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: teolucassf@gmail.com

Gerlanny Vieira de Moraes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2079-6275>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: gerlanny.vieira@estudante.ufcg.edu.br

Natielly Cristine Gomes de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3996-5702>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: natiellymedeiros7@gmail.com

Mikaella Meira Monteiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2741-3273>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: mikaellaflorestal@gmail.com

Sávio Maciel da Silva Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4290-0472>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: ssengflorest@gmail.com

Resumo

Os diferentes fatores climáticos e as ações humanas desorientadas podem contribuir para o aumento expressivo do processo de degradação. A transposição de serrapilheira atua como uma técnica para facilitar a recuperação de áreas degradadas. O objetivo desse estudo foi de promover o processo de recuperação de áreas degradadas por deposição de coprodutos de mineração na região semiárida da Paraíba por meio de espécies nativas do bioma Caatinga e também por meio do uso de ações que permitam recuperar e preservar o bioma, em virtude da exploração dos recursos naturais de forma sustentável. O trabalho foi desenvolvido na área onde eram depositados os coprodutos, no pátio da Empresa Mineração Pedra Lavrada, município de Santa Luzia, Paraíba, durante o período de agosto/2018 a julho/2019. Inicialmente coletou-se 12 amostras de solo simples, para formar quatro amostras compostas para representar a área, após foram feitas análises físico-químicas do substrato e definiu a área mais antiga para instalar o experimento. A serrapilheira foi coletada em locais de vegetação nativa. O delineamento utilizado foi o blocos casualizados com quatro repetições e seis tratamentos: testemunha e incorporando 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5% de serrapilheira ao substrato. Mensalmente avaliou-se as variáveis vegetativas, temperatura e umidade do substrato. Não houve interação significativa para umidade entre os tratamentos e meses de condução do experimento. Houve diferenças estatísticas para temperatura entre os meses avaliados. Não houve resultados positivos na germinação de sementes provenientes da serrapilheira

incorporada ao substrato. A transposição de serapilheira não foi eficiente durante os meses avaliados, necessitando de maior período de avaliação para resultados mais satisfatórios.

Palavras-chave: Transposição de solo; Nucleação; Restauração florestal.

Abstract

The different climatic factors and misguided human actions can contribute to the significant increase in the degradation process. The litter transposition acts as a technique to facilitate the recovery of degraded areas. The objective of this study was to promote the recovery process of areas degraded by the deposition of mining byproducts in the semi-arid region of Paraíba through native species of the Caatinga biome and also through the use of actions that allow the recovery and preservation of the biome, due to the exploitation of natural resources in a sustainable way. The work was developed in the area where the co-products were deposited, in the courtyard of the company Mineração Pedra Lavrada, municipality of Santa Luzia, Paraíba, during the period from August 2018 to July 2019. Initially, 12 simple soil samples were collected, to form four composite samples to represent the area, after physical-chemical analyses of the substrate were made and the oldest area to install the experiment was defined. The burlap was collected from sites of native vegetation. The randomized block design with four repetitions and six treatments: control and incorporating 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 and 12.5% of burlap to the substrate. The vegetative variables, temperature and humidity of the substrate were evaluated monthly. There was no significant interaction for humidity between treatments and months of the experiment. There were statistical differences for temperature between the months evaluated. There were no positive results in the germination of seeds from burlap incorporated to the substrate. The transposition of burlap was not efficient during the months evaluated, requiring a longer period of evaluation for more satisfactory results.

Keywords: Soil transposition; Nucleation; Forest restoration.

Resumen

Los diferentes factores climáticos y las acciones humanas erróneas pueden contribuir al aumento significativo del proceso de degradación. La transposición de la hojarasca actúa como técnica para facilitar la recuperación de las zonas degradadas. El objetivo de este estudio fue promover el proceso de recuperación de áreas degradadas por la deposición de subproductos de la minería en la región semiárida de Paraíba a través de especies nativas del bioma Caatinga y también mediante el uso de acciones que permitan la recuperación y preservación del bioma, debido a la explotación de los recursos naturales de manera sostenible. El trabajo se desarrolló en el área donde se depositaron los coproductos, en el patio de la empresa Mineração Pedra Lavrada, municipio de Santa Luzia, Paraíba, durante el período de agosto/2018 a julio/2019. Inicialmente, se recogieron 12 muestras de suelo simple, para formar cuatro muestras compuestas que representaran la zona, después de que se hicieran los análisis físico-químicos del sustrato y se definiera la zona más antigua para instalar el experimento. La serapilheira se recogió en lugares de vegetación autóctona. El diseño utilizado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones y seis tratamientos: control y la incorporación de 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 y 12,5% de arpillera al sustrato. Las variables vegetativas, la temperatura y la humedad del sustrato se evaluaron mensualmente. No hubo una interacción significativa para la humedad entre los tratamientos y los meses del experimento. Hubo diferencias estadísticas en cuanto a la temperatura entre los meses evaluados. No hubo resultados positivos en la germinación de las semillas de arpillera incorporada al sustrato. La transposición de arpillera no fue eficiente durante los meses evaluados, requiriendo un período más largo de evaluación para obtener resultados más satisfactorios.

Palabras clave: Transposición de suelos; Nucleación; Restauración forestal.

1. Introdução

A degradação do meio ambiente, ocorre sobretudo nas regiões mais secas e deriva da atuação anexa de fatores climáticos e da intervenção humana (agricultura, pecuária, mineração, etc.) (Leite & Bakke, 2018). Este desempenho é sobretudo degradante no semiárido nordestino brasileiro, região com extensão de cerca de 900.000 km² distribuídos em todos os Estados nordestinos, exceto o Maranhã, e no norte de Minas Gerais (Silva *et al.*, 2016).

Com isso, a deterioração ambiental nessa região abrange mais de 20.000.000ha, equivalente a 21,95% de sua área e 12,25% da região nordestina (Holanda, Lima, Silva, Dourado, & Alves, 2015). Dos campos básicos da nossa economia, a mineração vem dando sua parcela de contribuição de forma categórica no desenvolvimento do país, de modo que esta, seja realizada com compromisso socioambiental (Alencar, Costa, Alves, & Linhares, 2015).

No semiárido paraibano, a mineração é atividade de expressiva importância socioeconômica, onde se destacam as explorações de vermiculita e de caulim (Trajano *et al.*, 2010). Particularmente, a vermiculita é mineral hidratado, o qual pode-

se derivar da alteração de uma mica, mais frequentemente a biotita (Ugarte, Sampaio, & França, 2005). Estudos de caracterização tecnológicas realizados por Ugarte, Monte, França, & Graciano (2004), mostraram que as vermiculitas de Santa Luzia (PB) e Sancrelândia (GO) são combinadas de camadas combinadas interestratificadas de vermiculita com outras etapas mineralógicas (talco, hidrobiotita, biotita e flogopita), que, acoplado do teor dessas impurezas, podem apresentar interferência no procedimento de expansão do minério.

A vermiculita extraída gera coprodutos, estes depositados no entorno das mineradoras, provocando problemas ambientais. Com isso, ações de recuperação da área explorada e destinação correta ou utilização dos rejeitos produzidos devem ocorrer para minimizar estes impactos (Leite, 2014).

As primeiras atividades desenvolvidas por mineradoras, visando a recuperação de áreas degradadas, foi há cerca de 40 anos, conduzidos em sua grande maioria, mediante a utilização de espécies exóticas (Rocha, 1985; Williams & Moraes, 1992). Recentemente, além das exigências legais, notar-se o interesse das empresas de mineração em determinar procedimentos de recuperação que sejam adequadas às condições do local de desenvolvimento da extração do bem mineral (Martins, Leite, & Haridsasan, 2001).

Com isso, empresas de mineração vêm utilizando espécies arbóreas nativas, em seus trabalhos para recuperação (Williams & Moraes, 1992). Bem como parte dos empenhos para conseguir a conservação dos processos naturais de restauração, estar o plantio de mudas de espécies arbóreas nativas. Mesmo sendo dos métodos o mais empregado no processo de restauração de áreas degradadas pela mineração, este método é com maiores custos. Mesmo assim, a mortalidade dessas mudas nas áreas mineradas incluem problemas, especialmente nos anos iniciais, e não garantindo o sucesso do projeto muitas vezes (Martins, Ferreira, Souza, Dionísio, & Oliveira, 2018).

A ideia da regeneração natural por meio da devolução do “topsoil”, abrigado após a destruição da vegetação, também se apresenta bastante atrativa para a restauração áreas degradadas (Martins *et al.*, 2018), já que, segundo Guimarães, Martins, Neri, Gleriani, & Silva, (2014), o banco de sementes de biogeocenoses florestais é formado por grande cobertura de indivíduos e riqueza de tipos que ajudam na formação da vegetação local. Das variáveis, que se pode utilizar para o monitoramento do processo de restauração florestal é a serapilheira, constituída pela deposição de galhos, folhas, carcaças de animais e material reprodutivo (Rodrigues, 2010).

O material reprodutivo presente, irá formar o banco de sementes e de plântulas no solo da floresta que são componentes complementares da população vegetal (Williams, 1984). Dessa forma, contribuir na formação e sustentação da produtividade dos solos através do processo de decomposição (Quesada *et al.*, 2011).

De acordo com Souza, Venturin, Griffith, & Martins, (2006), a serapilheira e o banco de sementes do solo são uteis para o processo recuperação de áreas degradadas e apresenta como fundamental vantagem a probabilidade de restabelecer ao local degradado um biogeocenose que se assemelha ao ecossistema local. Uma outra vantagem é o custo benefício e eficiência desse material, visto que estes podem ser retirados da área a ser trabalhada ou de remanescentes próximos. O sucesso desse processo depende da capacidade das espécies contidas na serapilheira e no banco de sementes do solo de germinarem e se estabelecerem em áreas impactadas.

Este trabalho teve com o objetivo, recuperar áreas degradadas por deposição de coprodutos de mineração no semiárido da Paraíba com espécies nativas da caatinga, com o uso de ações mitigadoras para a restauração e preservação do bioma caatinga, em convivência com a exploração dos recursos naturais de forma sustentável.

2. Metodologia

A pesquisa foi realizada em área de deposição de coprodutos da Empresa Mineradora Pedra Lavrada, no sítio serrote

branco, Santa Luzia-PB, no pátio da mineradora. A área corresponde a um espaço de alocação de coprodutos de vermiculita, com emergência de gramíneas e leguminosas nativas, apenas no período pós chuvas e apresentando indicadores de degradação.

A área de estudo da pesquisa foi classificada, por estudo preliminar, segundo ao tempo de deposição de coprodutos resultantes da atividade de mineração. Após essa classificação foram retiradas 12 amostras simples de solo, em zig zag, que representassem toda a área do experimento e em seguida formando uma amostra composta de cada área, no total 4 amostras compostas. As análises químicas do solo foram avaliadas quando aos teores de pH, MO, P, Ca, Mg, K, Na, H+Al, CTC e Saturação por bases, seguindo a metodologia da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997).

Após o levantamento preliminar das diferentes áreas e a caracterização química e física dos coprodutos presentes, foi escolhida a área mais antiga, cerca de 20 anos, com topografia plana, para a implantação da pesquisa. Após a escolha da área realizou-se a demarcação da parcela com piquetes e fitas de isolamento utilizando trena para padronizar as parcelas nas mesmas dimensões.

A serapilheira coletada, foi realizada em áreas de caatinga no semiárido da Paraíba e os locais escolhidos apresentaram dominância das espécies nativas. Após a coleta as serapilheiras dos diferentes locais, estas foram secadas e homogeneizadas, em seguida, foram acrescentadas em cada parcela, 20 sementes de espécies nativas da caatinga.

As parcelas para a aplicação dos tratamentos apresentam área de 2m² cada (1m x 2m). O que significou analisar seis tratamentos, referentes a doses de serapilheira: 0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; e 12,5% de serapilheira ao solo, totalizando 24 parcelas.

Na etapa pós emergência das plântulas, atentou-se para a necessidade de possíveis controles fitossanitários durante as avaliações biométricas das espécies da caatinga.

Seguindo-se a incorporação da serapilheira foram quantificadas emergência de todas as plantas, procedendo-se a determinação de suas taxonomias. Mensalmente avaliar-se-ão sobrevivência, altura, diâmetro e número de folhas das espécies arbóreas, de “março a julho de 2019”. Nessa fase também foram avaliadas as variáveis do substrato: conteúdo de água e temperatura nas camadas 0-7,5; 7,5-15 e 15cm de profundidade, em cada parcela. Para essa análise a amostra foi coletada no centro da parcela.

O delineamento experimental empregado foi em blocos inteiramente casualizados. Para as variáveis obtidas nas diferentes áreas de deposição de coprodutos, aplicar-se-á o teste de média, Tukey ($P \leq 0,05$). Também aplicou para o efeito temporal dos conteúdos de água e temperatura do substrato.

3. Resultados e Discussão

3.1 Transposição de serapilheira

A serapilheira foi coletada, durante os meses de dezembro/2018 a fevereiro/2019, em duas áreas, a primeira na Fazenda Tamanduá, Santa Terezinha-PB e outra parte no Horto Florestal do CSTR/UFCEG. Apresentando como dominância, espécies nativas, a exemplo da *Tabebuia aurea* (Craibeira), *Cnidoscolus quercifolius* Pohl (Faveleira), *Caesalpineia bracteosa* Tul (Catingueira), *Jatropha molíssima* (Pinhão-Bravo), e material de outras espécies que se encontravam nas áreas, estas em menores quantidades de matéria orgânica. Este material, sendo incorporado, no mês de fevereiro/2019 (Figura 1).

Figura 1 – Incorporação de serrapilheira.



Fonte: Autores.

Não houve resultados positivos na germinação de sementes provenientes da serrapilheira incorporada ao substrato (Tabela 2) se mostrando uma técnica inicialmente ineficiente para as condições dispostas no estudo. Basso *et al.* (2007) afirmam que a transposição de solo ou serrapilheira é uma excelente forma de introdução de espécies em áreas que sofreram algum processo de degradação, além da formação de glebas facilitadoras de sucessão ecológica. Essa técnica foi testada com sucesso em áreas de restinga por Vieira (2004) e Três (2006).

Silva, Martins, Miranda Neto, & Campos, (2015) estudando a semeadura direta juntamente com a transposição de serrapilheira como metodologias para a restauração ecológica encontraram resultados positivos na emergência e sobrevivência de sementes somente após 2 anos de condução de experimento, com índice de sobrevivência de plantas superior a 60%. Esses autores demonstram que para o estudo realizado as espécies pioneiras se destacaram, isso é um papel importante já que essas espécies têm como características um crescimento mais rápido, propiciando um ambiente mais favorável ao posterior desenvolvimento das espécies tardias, as quais necessitam de maior sombreamento e são importantes para o avanço sucessional da área.

As espécies que germinaram em determinado mês (Tabela 1), foram identificadas, no mês subsequente, foi verificado o não estabelecimento, no tratamento. Visto que, não se encontravam na parcela, demonstrando que as condições ambientais, não foram suficientes para o estabelecimento da semente, visto que, essa é fase mais “sensível” do vegetal.

Tabela 1: Mês de emergência, de Indivíduos em substrato após a incorporação de diferentes tratamentos de serrapilheira, Santa Luzia, Paraíba, Brasil.

Tratamentos	Número de indivíduos	Espécies Germinadas	Mês
Testemunha	0	-	-
2,5	0	-	-
5	0	-	-
7,5	1	Faveleira	Maio
10	1	Catingueira	Junho
12,5	1	Jurema Preta	Abril

Fonte: Autores.

Lundgren, Lundgren, & Alves (2015) elencam que apesar de não ter ocorrido germinação de sementes provenientes da transposição de serrapilheira é possível elencar a importância para a incorporação desse material ao substrato. Campos, Alves, Serato, Rodrigues, & Rodrigues (2008) afirmam que a serrapilheira, seja ela depositada ou incorporadas, controla várias funções nos solos, sejam características químicas, físicas e biológicas do solo, isso implica em uma grande importância para a recuperação de áreas, manutenção de sistemas florestais e controle de processos erosivos, já que a mineralização da matéria orgânica da serrapilheira disponibiliza vários compostos, inclusive húmus. Além disso a incorporação de serrapilheira a solos como técnica de nucleação aumenta a resistência aos impactos das gotas de chuva, tornando os solos menos susceptíveis a erosão, além de que a serrapilheira não é importante somente para a proteção e fertilização do solo, mas também para conservar a biodiversidade (Maia, 2004 e Guerra, Silva, & Botelho (1999).

De acordo com a tabela 1, os únicos indivíduos que emergiram foram pioneiros oriundos da transposição da serrapilheira nos tratamentos 4, 5 e 6 que se confirmam com os dados encontrados por Rodrigues, Martins, & Leite (2010) que estudaram a transposição de serrapilheira e o banco de sementes contido no solo com finalidade de restauração vegetal, havendo uma predominância de espécies pioneiras superior a 70% nesse grupo. O fato de as espécies pioneiras emergirem primeiro pode estar ligado ao fato de que as sementes dessas se encontram em maior quantidade no banco de sementes do solo. Araújo, Oliveira, Vieira, Barros, & Lima (2001) constataram maior densidade de sementes em floresta em estágio inicial de sucessão, ocorrendo maior número de espécies pioneiras, que compõem o banco de sementes persistente do solo. Esse elevado número de sementes de espécies é de grande importância para a restauração florestal, já que vão aumentar rapidamente a cobertura do solo, beneficiando as condições edafoclimáticas e no controle da luminosidade adequada para o controle de espécies tardias, além de condições adversas para o desenvolvimento de espécies que causem algum tipo de dano. As espécies pioneiras são espécies dependentes de luz e se desenvolvem em bordas de florestas ou clareiras (Gandolfi, Leitão Filho, & Bezerra, 1995 e Martins *et al.*, 2017).

Miranda Neto, Horn, Venâncio, Almeida, & Silva (2010) em estudo sobre a transposição do banco de sementes como metodologia para a recuperação de uma área degradada também afirmam que as espécies pioneiras se destacam em relação aos outros grupos florestais, porém essas tendem a surgir nas épocas favoráveis a seu desenvolvimento e também estão relacionadas ao grau de desenvolvimento florestal onde foi coletada a serrapilheira, sendo que quanto mais maduro a floresta for também é maior a probabilidade de se ter um banco de sementes viáveis. A grande quantidade de pioneiras em banco de sementes do solo também foi observada por Capellesso, Santolin, & Zanin (2015), destacando sua contribuição na restauração florestal, visto que auxiliam na regeneração das florestas, garantindo a sua resiliência, atuando no processo de sucessão florestal após distúrbios naturais ou antrópicos (Martins, Rodrigues, Gandolfi, & Calegari, 2012). No entanto, diante de vários estudos relacionadas a qualidade e eficiência na técnica de recuperação através do banco de sementes contido na serrapilheira não foram encontrados resultados semelhantes no nosso estudo.

As poucas espécies que emergiram, apareceram logo após o período chuvoso, o que indica que a aplicação da técnica deve ser realizada nesses períodos. Para Miranda Neto *et al.* (2010) a transposição de solo deve ser realizada sempre no período chuvoso, obedecendo as particularidades de cada região brasileira. Ainda afirmam que o banco de sementes deve passar por uma avaliação quanto a qualidade de sementes coletadas, além da presença de outras plantas herbáceas ou gramíneas que possam inibir o desenvolvimento das espécies que se desejam realizar a recuperação. Além disso, pode propiciar aumento da fertilidade do solo superficial e ciclagem de nutrientes no sistema (Silva *et al.* 2015).

Nesse estudo a transposição de solo não se mostrou eficiente para a recuperação florestal de áreas degradadas, já Basso *et al.* (2007) em estudo sobre a introdução de banco de sementes ricos em sementes de espécie pioneira em matas ciliares através da transposição de solo encontraram que essa técnica se apresentou superior devido à grande emergência de plântulas no solo,

elevado percentual de sobrevivência das espécies quando as condições climáticas eram favoráveis, crescimento rápido dos indivíduos, já que as sementes eram de espécies adaptadas a região e ao crescimento rápido diâmetro favorecendo assim uma rápida cobertura do solo, diminuindo a possibilidade de desenvolvimento de plantas adversas.

3.2 Variáveis do substrato

Os resultados numéricos, em resumo, se encontram na tabela de variância (ANOVA) (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância (ANOVA).

	Temperatura (meses)	Temperatura (tratamentos)	Temperatura (profundidades)	Umidade (meses)	Umidade (tratamentos)
Fc	282,541**	13,410**	1,459*	117,253**	2,541*
CV (%)	3,82	3,82	3,82	25,20	25,20

Fonte: Autores.

Os resultados expressam que ocorreu significância das variáveis meses e tratamentos em relação à temperatura e o conteúdo de água do solo. Não houve interação significativa para umidade do substrato entre os tratamentos aplicados e os meses de condução do experimento. Para efeitos isolados a umidade do solo foi inferior nos tratamentos onde foram incorporados 5,0 e 7,0 de serrapilheira ao substrato. Os tratamentos em que foram incorporados 12,5, 10,0 e 2,5% de incorporação de serrapilheira não diferiram em relação a umidade do solo, quando comparados com a testemunha (Tabela 3).

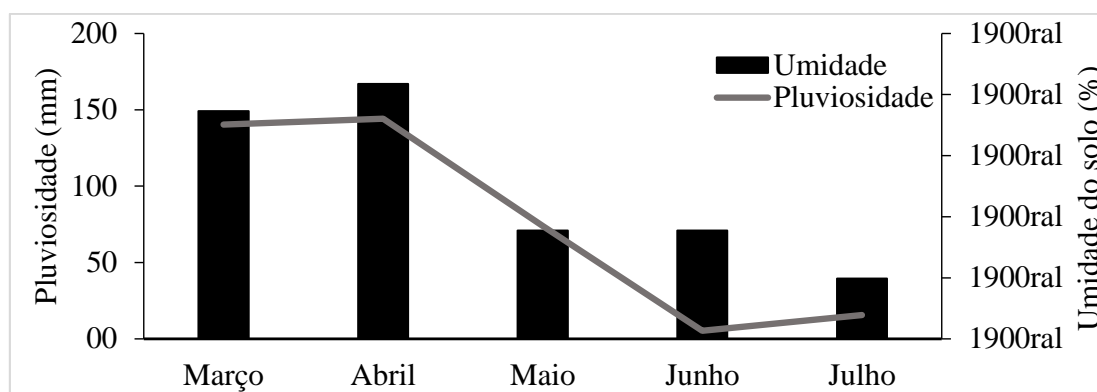
Tabela 3 - Umidade de solo submetido a diferentes incorporações de serrapilheira em substrato proveniente de mineração em diferentes épocas do ano na Mineração Pedra Lavrada, Santa Luzia, Paraíba, Brasil.

Tratamentos	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Média	
Testemunha	7,22	7,24	4,13	4,13	1,85	4.91	AB
2,5	6,75	9,11	3,34	3,34	2,12	4.93	AB
5,0	6,7	7,57	3,27	3,27	1,91	4.58	B
7,5	7,13	7,93	3,04	3,04	1,75	4.58	B
10,0	7,61	9,19	3,13	3,13	2,19	5.05	AB
12,5	9,17	9,08	4,37	4,37	2,00	5.80	A
Média	7,46 ^a	8,35 ^a	3,55 ^b	3,55 ^b	1,97 ^c		

*Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, são iguais entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). dms meses: 0,258, dms tratamentos: 0,280. Fonte: Autores.

Os meses de março e abril apresentaram umidade do solo superior aos demais, sendo que foram 3,8 e 4,2 vezes superior, respectivamente, ao tratamento inferior (Tabela 3). A umidade do solo superior nos meses de março e abril, assim como também a baixa umidade no mês de julho pode ter sido influenciada pela pluviosidade nesses meses (Figura 2).

Figura 2 - Umidade e pluviosidade de solo submetido a diferentes incorporações de serrapilheira em substrato proveniente de mineração em diferentes épocas do ano em Mineração Pedra Lavrada, Santa Luzia, Paraíba, Brasil.



Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (2019).

Bortoluzzi & Eltz (2000) estudando diferentes coberturas vegetais e incorporação de palhadas em solo, avaliando a temperatura, teor de água e germinação de soja observaram que a incorporação de materiais vegetais propicia o aumento da umidade do solo, pelo menos nas camadas superficiais, até 20 cm de profundidade. Além disso, esses autores afirmam que a umidade do solo está intimamente relacionada com a pluviosidade.

A incorporação de serrapilheira em solos ajuda na conservação da umidade do solo, sendo bastante eficiente para esse fim. Resende, Souza, Oliveira, & Gualberto (2005) estudando o controle da temperatura e umidade do solo sob diferentes coberturas vegetais encontraram bastante eficiência em diferentes coberturas e materiais vegetais incorporados em relação ao solo sem cobertura ou incorporação de materiais vegetais.

Modolo *et al.* (2009) estudando efeitos de incremento vegetal e compactação de solo encontraram que a umidade do solo somente apresenta diferença entre as profundidades estudadas e não tem nenhuma relação com as incorporações realizadas no solo; na comparação entre tratamentos, o solo sem incorporação mostrou, nas profundidades de amostragem estudadas, os menores valores de umidade. Esses autores evidenciam que a exposição da superfície do solo no tratamento testemunha facilita a perda da umidade pela exposição do solo, caso contrário ao que aconteceu no nosso estudo. Na presença da cobertura vegetal, desconsiderados o tipo de vegetação, ângulos de inclinação de luminosidade, em todos os tratamentos valores de umidade são semelhantes, visto que a cobertura do solo o protege da insolação, amenizando a temperatura ambiente e do solo, além de interferir na ação do vento, basicamente, a cobertura dificulta o fluxo do vento e reduz sua capacidade de renovação da massa gasosa da superfície do solo, minimizando sua perda de umidade.

A temperatura do solo é um dos fatores mais importantes para a germinação de sementes e desenvolvimento das plantas. Não houve diferenças significativas entre as incorporações de serrapilheira ao substrato com as profundidades de solo avaliadas. Os tratamentos com incorporação de 12,5, 10,0 e 7,5% de incorporação de serrapilheira se mostraram menos eficiente no controle da temperatura do solo, já o tratamento com incorporação de 2,5% de serrapilheira ao substrato se mostrou menos eficiente se igualando com o tratamento que não houve incorporação de serrapilheira (Tabela 4).

Tabela 4 - Temperatura de solo em diferentes profundidades submetidos a diferentes incorporações de serrapilheira em substrato proveniente de mineração em Mineração Pedra Lavrada, Santa Luzia, Paraíba, Brasil.

Tratamentos	0	7,5	15	Média
Testemunha	28,9	28,9	29,1	29,0C
2,5	28,6	28,8	28,8	28,7C
5,0	29,1	29,3	29,4	29,3BC
7,5	29,2	29,9	29,5	29,5AB
10,0	30,1	30,2	30,1	30,1 ^a
12,5	29,7	29,9	30,0	29,8 ^a
Média	29,3	29,5	29,5	29,4

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas, são iguais entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). dms profundidades: 0,103, dms tratamentos:0,588. Fonte: Autores.

No estudo realizado até a profundidade de 15 cm não houve diferença para a variável temperatura. Gasparim, Prandini, Lima, Dallacort, & Gnoatto (2005) estudando temperaturas em perfil de solo nu e com coberturas em diversas densidades demonstraram que superficialmente só é possível encontrar diferenças de temperatura entre solo sem incorporação e outros solos com incorporação vegetal, já para o mesmo tratamento só é possível encontrar essas diferenças a partir de 40 cm de profundidade.

Possivelmente a maior temperatura encontrada nos tratamentos com as maiores incorporações sejam decorridas da decomposição da serrapilheira que elevam a temperatura do solo. Bortoluzzi & Eltz (2000) estudando coberturas e incorporações das palhadas na temperatura de um solo encontraram valores menos de temperatura para os tratamentos com maior taxa de incorporação, não corroborando com os dados obtidos nesse experimento.

Houve diferenças estatísticas para a variável temperatura entre os meses avaliados durante o experimento (Tabela 5). A maior temperatura foi encontrada no mês de março, já os meses de maio e junho foram os meses que apresentaram temperaturas inferiores durante o período avaliado. A pluviosidade pode ser relacionada como fator de alteração de temperatura em um solo, quando associada com incrementos vegetais, já que com uma maior incorporação vai ser dificultada a evaporação da água e consequentemente ocorrerá uma menor temperatura (Oliveira, Ruíz, Costa, & Schaefer, 2005).

Tabela 5 - Temperatura de solo em diferentes profundidades submetidos a diferentes incorporações de serrapilheira em substrato proveniente de mineração em Mineração Pedra Lavrada, Santa Luzia, Paraíba, Brasil.

Meses	Média
Março	33,16A
Abril	29,01B
Maio	27,89C
Junho	27,61C
Julho	29,40B

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas, são iguais entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). dms meses: 0,132. Fonte: Autores.

4. Conclusão

Ocorreu uma limitada emergência de plântulas da serapilheira incorporada na área sob deposição de serapilheira. Possivelmente, devido ao fato de ter sido identificado presença de inóculos na serapilheira, sugere-se que, a reduzida germinação, quali-quantitativamente, deve-se a inatividade das sementes presentes na liteira.

Apesar de ser registrado em Santa Luzia, em março-abril de 2019, de 130-140 mm H₂O, carece-se especificar caso essa precipitação de água foi na área experimental, já que, no mesmo período, os conteúdos de água no substrato variaram de 7,46 a 8,35 %, muito seco, consolidada pelas altas temperaturas, 33,16 a 29,01 °C.

Especificamente para a proposta em análise recomenda-se, em futuras pesquisas, decisões mais criteriosas relativas as: coleta de serapilheira, quando se deve atentar para que a mesma apresente o maior número de inóculos, e que nestes sejam realizados testes preliminares de emergência e, que seja instalado, na área experimental, pluviômetro, para precisar a quantificação hídrica, na área experimental, tudo isso a fim de promover resultados mais precisos sobre o andamento do estudo.

Agradecimentos

Agradecimento ao CNPq por disponibilizar a bolsa para o desenvolvimento do projeto e aos professores da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal – CSTR/UFCG. Aos funcionários e estudantes do laboratório de Solos e do laboratório Nutrição Mineral de Plantas, por auxiliarem nas análises e acompanhamento do projeto.

Referências

- Alencar, A. C. A. B., Costa, T. P. G. D., Alves, C. S., & Linhares, F. M. (2015). Diagnóstico espaço-temporal das áreas impactadas pela MPL-Mineração Pedra Lavrada (Santa Luzia-PB), na extração de vermiculita. *Revista brasileira de gestão ambiental e sustentabilidade*, 2(2), 25-36.
- Araújo, M. M., Oliveira, F. A.; Vieira, A. I. C. G., Barros, P. L. C., & Lima, C. A. T. (2001). Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. *Scientia Florestalis*, 59, 115-130.
- Basso, S., Langa, R.; Ribas, U., Trêz, D. R., Scariot, E. C., & Reis, A. (2007). Introdução de *Mimosa scabrella* Benth em Áreas Ciliares através da transposição de amostras de Solo. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S1), 684-686.
- Bortoluzzi, E. C., & Eltz, F. L. F. (2000). Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24, (2), 449-457
- Campos, E. H., Alves, R. R., Serato, D. S., Rodrigues, G. S. S. C., & Rodrigues, S. C. (2008). Acúmulo de serrapilheira em fragmentos de mata mesofítica e cerrado stricto sensu em Uberlândia-MG. *Sociedade & Natureza*. 20, (1), 189-203.
- Capellesso, E. S., Santolin, S. F., & Zanin, E. M. 2015. Banco e chuva de sementes em área de transição florestal no sul do Brasil. *Revista Árvore*, (39) 5, 821-829.
- Gandolfi, S., Leitão Filho, H. F., & Bezerra, C. L. F. (1995) Levantamento florístico e caráter sucessionial das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, 55, (4), 753-767.
- Gasparim, E., Prandini, R. R., Lima, S. S., Dallacort, R., & Gnoatto, E. (2005). Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 27, (1), 107-114
- Guerra, A. J. T., Silva, A. S., & Botelho, R. G. M. (1999). Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 17-55.
- Guimarães, S., Martins, S. V., Neri, A. V., Gleriani, J. M., & Silva, K. A. (2014). Banco de sementes de áreas em restauração florestal em Aimorés, MG. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 34(80), 357-368.
- Holanda, A. C., Lima, F. T. D., Silva, B. M., Dourado, R. G., & Alves, A. R. (2015). Estrutura da vegetação em remanescentes de caatinga com diferentes históricos de perturbação em Cajazeirinhas (PB). *Revista Caatinga*. 28, (4), 142-150
- Leite, M. J. H. (2014). *Uso de coprodutos da extração de vermiculita na produção de mudas de espécies arbóreas da caatinga*. 61p. Dissertação, 2014. (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB, 2014.
- Leite, M. J. H. & Bakke, O. A. (2018) Uso de coprodutos da extração de vermiculita na produção de mudas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.). *HOLOS*. 34, (03). 2018.

- Lundgren, G. A., Lundgren, W. J. C., & Alves, M. S. (2015) Transposição do solo e serapilheira, uma abordagem na Caatinga. *Journal of Agronomic Sciences*, Umuarama, 4, 246-256.
- Maia, G. N. (2010). *Caatinga arvores e arbustos e suas utilidades*. São Paulo: D&Z Computação, 2004. Mamona, 4 & Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais... Campina grande: Embrapa Algodão. 545-550.
- Martins, C. R., Leite, L. L., & Haridsasan, H. (2001). Recuperação de uma área degradada pela mineração de cascalho com uso de gramíneas nativas. *Revista Árvore*, 25, (2), 157-166.
- Martins, D. A. P., Lanzarini, A. C., Heinz, C. F., Vieira, F. S., Bonatto, R. A.; & Kanieski, M. R. (2017). Avaliação da transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo em uma área degradada no planalto catarinense. *Floresta*, 47, (3). 237 – 246.
- Martins, S. V., Rodrigues, R. R., Gandolfi, S., & Calegari, L. (2012). *Sucessão ecológica: fundamentos e aplicações na restauração de ecossistemas florestais*. In: Martins SV, editor. Ecologia de florestas tropicais do Brasil. 2. ed. Viçosa: Editora UFV.
- Martins, W. B. R., Ferreira, G. C., Souza, F. P., Dionísio, L. F. S., & Oliveira, F. A. (2018). Deposição de serapilheira e nutrientes em áreas de mineração submetidas a métodos de restauração florestal em Paragominas, Pará. *R. Floresta*, Curitiba, PR. 48, (1), 37-48.
- Miranda Neto, A., Horn, S. K., Venâncio, S. M., Almeida, K. S., & Silva, D. A. (2010). Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. *Revista Árvore*. 34(6), 1035-1043
- Modolo, A. J., Fernandes, H. C., Naime, J. M., Silveira, J. C. M., Schaefer, C. E. G., & Santos, N. T. (2009). Effect of water and load applied by the press wheel on soil density in the planted line. *Revista Ceres*, 5, 627-633.
- Oliveira, M. L., Ruíz, H. A., Costa, L. M., & Schaefer, C. E. G. R. (2005). Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(4), 535-539.
- Quesada, C. A., Lloyd, J., Anderson, L., Fyllas, N. M., Schwarz, M., & Czimczik, C. I. (2011). Soils of Amazonian with particular reference to the RAINFOR sites. *Biogeosciences*, 8, 1415-1440.
- Resende, F. V., Souza, L. S., Oliveira, P. S. R., & Gualberto, R. (2005). Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. *Ciência e agrotecnologia*. 29(1), 100-105.
- Rocha, J. *Prevenção à poluição provocada pela mineração: Programa de controle ambiental implantado pela MBR, em Minas Gerais*. In: DNPM/MME. Coletâneas de trabalhos técnicos sobre controle ambiental na mineração, Brasília: Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro, 1985. 96-100.
- Rodrigues, B. D., Martins, S. V., & Leite, H. G. (2010). Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. *Revista Árvore*, 34(1), 65-73.
- Silva, K. A., Martins, S. V., Miranda Neto, A., & Campos, W. H. (2015). Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica. *Revista Árvore*, 39(5) 811-820.
- Silva, M. S. C., Correia, M. E. F., Silva, E. M. R., Maddock, J. E. L., Pereira, M. G., & Silva, C. F. (2016). Soil Fauna Communities and Soil Attributes in the Agroforests of Paraty. *Floresta e Ambiente*, 32(2), 180-190.
- Souza, P. A., Venturin, N., Griffith, J. J., & Martins, S. V. (2006). Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. *Cerne*, Lavras, 12, (1), 56-67.
- Três, D.R. (2006) *Restauração ecológica de uma mata ciliar em uma fazenda produtora de Pinus taeda L. no norte do Estado de Santa Catarina*. 85 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Trajano, E. V. A., Santos, R. V., Bakke, O. A., Vital, A. F. M., Quaresma, J. M., & Salviano, V. M. (2010). Crescimento do pinhão manso em substratos com rejeitos de mineração do Semi-Árido-PB. In: Embrapa Algodão-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: *Congresso Brasileiro De Mamona*, 4.; Simpósio Internacional De Oleaginosas Energéticas, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão social e energia: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010.
- Ugarte, J. F. O., Monte, M. B. M., França, S. C. A., & Graciano, F. P. R. (2004). *Comparação estatística do fator de expansão de concentrados de vermiculita*. In: XX ENTMME. (1), Florianópolis, 201-208.
- Ugarte, J. F. O., Sampaio, J. A., & França, S. C. A. (2005). *Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações*. 677-698.
- Vieira, N. K. (2004) *O papel do banco de sementes na restauração de restinga sob talhão do Pinus elliottii Engelm*. 75 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- Williams, D. D. & Moraes, C.A.F. Recuperação de minas de bauxita com espécies nativas de Poços de Caldas-MG. In: Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas, Curitiba. *Anais...* Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Fundação de Pesquisas Florestal do Paraná, 1992. p.273-279. 1992.
- Williams, E. D. (1984). Changes during 3 years in the size and composition of seed bank beneath a long-term pasture as influenced by defoliation and fertilizer regime. *Journal of Applied Ecology*, 21(2), 603-615