

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA EM SOLO CONSTRUÍDO APÓS MINERAÇÃO DE CARVÃO E SUBMETIDO A DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS

BIOMASS AND MICROBIAL ACTIVITY IN A COAL MINING SOIL UNDER DIFFERENT CROP COVERS

Daiane Carvalho dos Santos¹, Danilo Dufech Castilhos², Eloy Antonio Pauletto², Flávia Fontana Fernandes², Luiz Fernando Spinelli Pinto³, Rosa Maria Vargas Castilhos².

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar as modificações na biomassa e na atividade microbiana de um solo em função do cultivo de diferentes espécies de cobertura vegetal. O estudo foi desenvolvido em solo construído na área de mineração de carvão no município de Candiota - RS, utilizando-se delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições, com os seguintes tratamentos visando a apresentaram os maiores rendimentos de matéria seca, com valores semelhantes à produtividade dessas culturas em condições normais. Após 562 dias dos cultivos constatou-se que os teores de carbono orgânico total, nitrogênio total e nitrogênio da biomassa microbiana nos solos com os diferentes cultivos foram inferiores aos observados no solo natural. A atividade microbiana se restabeleceu a medida que aumentou o tempo de cultivo no solo construído sobressaindo-se o

recomposição vegetativa da área: hemártria (*Hemarrhia altíssima*), tifton (*Cynodon dactylum*), pensacola (*Paspalum lourai*), consórcio hemártria + amendoim forrageiro (*Arachis pinto*), consórcio tifton + amendoim forrageiro e consórcio pensacola + amendoim forrageiro. Os resultados foram comparados com o mesmo solo, porém, em condições naturais e adjacente à área de mineração. Os cultivos de hemártria e consórcio de hemártria + amendoim forrageiro no solo construído, foram aqueles que tratamento com tifton + amendoim forrageiro com valor semelhante ao do solo natural, após 562 dias da implantação do experimento. A intensa liberação de CO₂ em todos os tratamentos, aumentou o qCO₂ a valores superiores ao observado no solo natural.

Palavras - chave: carvão, mineração, biomassa, atividade microbiana

¹ Bióloga, MSc, Doutoranda do PPG Agronomia/Solos

² Eng. Agr., Prof. Dr. Depto de Solos/FAEM/UFPEL

³ Geólogo, Prof. Dr. Depto de Solos/FAEM/UFPEL

(Recebido para publicação em 18/05/2007 aprovado em 19/01/2009)

ABSTRACT

The objective of the present work is to evaluate the modifications of chemical and biological attributes of a soil built in function of different species of vegetable covering. The study was developed in a built soil in a coal mining area of Candiota - RS with the following treatments: *Hematria altíssima*, *Cynodon dactylum*, *Paspalum lourai*, consortium *Hematria altíssima* + *Arachis pintoi*, consortium *Cynodon dactylum* + *Arachis pintoi* and consortium *Paspalum lourai* + *Arachis pintoi*. The gotten data were compared with analyses of an adjacent natural soil of the mining area. The results allowed to conclude that: after 562 days of cultivations, the amounts of total organic carbon, total nitrogen and nitrogen of the microbial biomass are very lower to the observed ones in the natural soil; the treatments with *Hematria altíssima*, *Cynodon dactylum*, *Paspalum lourai* and *Cynodon dactylum* + *Arachis pintoi*, maintained the content of carbon of the microbial biomass, after 380 days of cultivations, superiors to the observed in the natural soil; the microbial activity in all of the studied cultivations, increased with the time of the soil construction; the activity with the cultivation of *Cynodon dactylum* + *Arachis pintoi*, after 562 days of the experiment implantation was similar to the microbial activity of the natural soil, the intense liberation of CO₂ in all treatments, increased the qCO₂ to values superiors to the observed in the natural soil.

Key words: coal, mining, biomass, microbial activity

INTRODUÇÃO

As maiores jazidas de carvão mineral do país situam-se nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. As reservas brasileiras totalizam 32 bilhões de toneladas de carvão. Deste total, o Rio Grande do

Sul possui 89,25% e Santa Catarina 10,41%. Somente a jazida de Candiota situada no estado do Rio Grande do Sul, possui 38% de todo o carvão nacional (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

A mineração é realizada pelo método de lavra a céu aberto, originando uma grande transformação no solo causando impacto aos ecossistemas. Para exploração destas áreas, devem ser feitos estudos de impacto e plano de recuperação do solo e da vegetação para cumprimento da Legislação Ambiental. Segundo INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (1990), a recuperação de áreas utilizadas pela mineração, deve implicar no retorno do sítio degradado a uma forma e utilização de acordo com plano preestabelecido para o uso do solo. Para isso, deve ser obtida uma condição estável do solo em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais das circunvizinhanças.

O principal objetivo, portanto, da recuperação das áreas de mineração de carvão é proporcionar condições para o pleno desenvolvimento da vegetação, para que seja restabelecido o equilíbrio ecológico e para que posteriormente essas áreas possam retornar a um determinado uso agrícola, conforme as exigências legais (PINTO e KAMPF, 2002).

A revegetação, segundo BUGIN (2002), é a etapa do processo de recuperação da área em que são adotadas as medidas para a implantação de uma cobertura vegetal, visando não somente a recuperação paisagística, mas também o controle dos processos erosivos e recuperação das propriedades do solo. A escolha adequada das espécies vegetais que devem ser utilizadas é importante, pois a obtenção de um nível de equilíbrio e evolução da recuperação do local depende dos resultados do desenvolvimento dessa vegetação.

Dentre as atividades antrópicas que interfere no meio ambiente, a mineração é uma das que causam maior impacto nos ecossistemas, pois ocasiona alterações nas propriedades físicas, químicas e principalmente na diminuição da atividade biológica do solo (FRANCO et al., 1994). Deste modo, as populações de organismos do solo e/ou os processos bioquímicos mediados pelos organismos do solo são indicadores potencialmente sensíveis às mudanças na qualidade do solo e indispensáveis ao monitoramento do processo de recuperação ambiental de áreas degradadas (JORDAN et al., 1995).

A maioria dos estudos de recuperação de áreas degradadas está relacionada à utilização de indicadores físicos e químicos. Muitos dos atributos necessários ao máximo desenvolvimento vegetal, no entanto, são afetados diretamente por processos biológicos. O interesse em estimar a biomassa microbiana tem sido crescente, principalmente, pelo fato de permitir avaliações de modificações no solo muito antes de ser possível detectar alterações físico-químicas (POWLSON et al., 1987).

Estudos relacionados com alterações da biomassa microbiana em solos construídos após a mineração de carvão são escassos. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a matéria seca aéreas, as alterações da biomassa microbiana, atividade microbiana e os teores de carbono orgânico total e nitrogênio total de solo construído em área de mineração do carvão sob diferentes espécies de cobertura vegetal.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em área de mineração de carvão explorada pela Companhia Riograndense de Mineração (CRM), localizada no município de

Candiota/RS, cujas coordenadas geográficas são 31,55° de latitude sul e 53,67° de longitude oeste.

O solo da região é classificado como Argissolo Vermelho Eutrófico típico (NUNES, 2002). A área experimental caracteriza-se por uma camada inferior formada de materiais fragmentados de argilitos, folhelhos, folhelhos carbonosos e arenitos removidos por detonação da cobertura da camada de carvão. A camada superior com espessura variável de 20 a 30 cm é formada predominantemente de solo do horizonte B, retirado de uma área adjacente não minerada, possuindo a seguinte caracterização química: pH = 5,7; carbono orgânico total (COT)= 6,3g kg⁻¹; cálcio (Ca)= 2,6cmol_c dm⁻³; magnésio (Mg)= 2,1cmol_c dm⁻³; fósforo (P)= 1,0mg dm⁻³; potássio (K)= 27,3mg dm⁻³ e sódio (Na)= 11,6mg dm⁻³.

Os tratamentos foram implantados em parcelas de 20m² (4m x 5m) dispostos em delineamento em blocos ao acaso com 4 repetições, onde foram implantados as seguintes coberturas vegetais: T1 - hemátria (*Hemaria altissima*), T2 - tifton (*Cynodon dactylum*), T3 - pensacola (*Paspalum lourai*), T4 - consórcio hemátria + amendoim forrageiro (*Arachis pintoii*), T5 - consórcio tifton + amendoim forrageiro e T6 - consórcio pensacola + amendoim forrageiro.

Como tratamento controle ou comparativo aos tratamentos estudados utilizou-se amostras de solo natural, localizado em frente da mineração. Este pode ser considerado como solo no estado imediatamente anterior à sua remoção, empilhamento e uso para a construção do solo no processo de recuperação da área minerada.

O preparo da área experimental foi conduzido da seguinte forma: em setembro de 2003 foi realizada amostragem de solo para posterior correção da acidez e adubação; em outubro escarificação da área (0,15m) e gradagem seguida da aplicação de 10,4t ha⁻¹ de calcário. No mês de novembro foi realizada a

adubação de 900kg ha⁻¹ de N P K (fórmula 5-20-20), sendo semeado tifton, amendoim forrageiro e plantio da hemátria, com espaçamento entre linhas de 40cm; em toda área foi semeado lab lab com espaçamento de 80cm entre linhas, 30cm entre covas e 3 a 4 sementes por cova e capim sudão (aveia de verão) semeado na dose de 32,5kg ha⁻¹; a pensacola foi semeada a lanço nas parcelas isoladas (50kg ha⁻¹) e no consórcio com amendoim forrageiro 40kg ha⁻¹. Nesse mesmo mês foi aplicada 20kg N por parcela em cobertura utilizando-se como fonte o sulfato de amônio.

Em maio de 2004, sobre as culturas estabelecidas anteriormente, foi semeada aveia preta (*Avena Strigosa*) na dose de 25 kg ha⁻¹ e realizada adubação da cobertura com 1 kg/parcela do adubo de fórmula 5-20-20.

As amostragens nos tratamentos foram feitas nos dias 20/05/2004, 18/11/2004 e 18/05/2005, perfazendo 198, 380 e 562 dias de cultivo, respectivamente. Por ocasião da terceira coleta, também foi amostrado o solo em condições naturais visando uma comparação dos tratamentos com o solo natural. As amostragens foram realizadas com pá de corte, na profundidade de 0-5cm, sendo, cada amostra composta por 15 sub-amostras por parcela.

A coleta de material para análise de matéria seca foi realizada com quadros de 0,25m² (50 x 50cm), com duas repetições por parcela. O material coletado foi seco em estufa a 60°C e pesado em balança analítica com precisão de 0,01 g.

Para determinação do carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) utilizou-se metodologia descrita em TEDESCO et al. (1995). A biomassa microbiana do solo foi determinada pelo método citado por VANCE et al., (1987), porém usando-se forno de microondas (2.450 MHz, marca Panasonic, Modelo EM 9003B) por quatro minutos para eliminar os

microrganismos e provocar a liberação dos componentes celulares (FERREIRA et al., 1999). O carbono da biomassa microbiana (CM) e o nitrogênio da biomassa microbiana (NM) foram extraídos com solução de K₂SO₄ 0,5mol L⁻¹ e determinados conforme TEDESCO et al., (1995).

A respiração basal do solo foi determinada pela quantificação do dióxido de carbono (CO₂) liberado no processo de respiração microbiana, a partir de 100g de solo, durante um período de incubação de 63 dias, conforme metodologia proposta por STOTZKY (1965).

O quociente metabólico (qCO₂) foi calculado pela razão entre a respiração basal e o CM (PIRT, 1975; ANDERSON e DOMSCH, 1978).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Duncan a 5% de significância, utilizando o programa Winstat – Sistema de Análise Estatística para Windows, desenvolvido pelo Núcleo de Informática da Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores de produção de matéria seca nas três amostragens realizadas. Na amostragem de abril de 2004, a maior produção de matéria seca foi observada no tratamento com hemátria (T1), sendo estatisticamente superior aos demais tratamentos. A produção de matéria seca obtida com o cultivo isolado desta cultura foi, em média, 57% superior às demais culturas e consórcios estudados.

Segundo Moraes (1995), a produção de matéria seca de hemátria varia de 3 a 14 Mg ha⁻¹, havendo um aumento de produção quando as temperaturas são mais elevadas, fato que pode ter contribuído para a produção de matéria seca na amostragem de abril de 2004, que permaneceu dentro da faixa normal da

cultura, o que não ocorreu na amostragem de setembro de 2004. No entanto, na amostragem de maio de 2005, os tratamentos com hemátria (T1) e hemátria + amendoim forrageiro (T4) apresentaram o

maior rendimento de matéria seca, mesmo não havendo diferenças estatísticas entre o conjunto de tratamentos.

Tabela 1 - Matéria seca dos diferentes sistemas de cultivo em solo construído após a mineração.

Tratamentos	Amostragens		
	Abril/2004	Setembro/2004	Maió/2005
	Mg ha ⁻¹		
T1	3,30 a	2,73 a	3,13 a
T2	2,26 b	2,94 a	2,57 a
T3	1,71 b	2,41 a	1,89 a
T4	2,15 b	2,73 a	3,06 a
T5	2,32 b	2,74 a	2,13 a
T6	2,09 b	3,21 a	1,48 a
CV (%)	20,4	28,8	42,2

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

T1 = Hemátria, T2 = Tifton, T3 = Pensacola, T4 = Hemátria + Amendoim forrageiro, T5 = Tifton + Amendoim forrageiro, T6 = Pensacola + Amendoim forrageiro e CV = Coeficiente de Variação.

Os tratamentos com tifton (T2) e tifton + amendoim forrageiro (T5) nos três períodos amostrados apresentaram uma faixa de produção de matéria seca entre 2,13 e 2,94Mg ha⁻¹. Esta produtividade é semelhante a obtida por Menegatti et al. (2002), em um experimento de campo, com tifton e sem acréscimo de nitrogênio. Esses autores observaram, entretanto, um potencial de produção desta cultura de 4,18Mg ha⁻¹ com aplicação de 400Kg ha⁻¹ de nitrogênio.

A produção de matéria seca nos tratamentos com pensacola (T3) e pensacola + amendoim forrageiro (T6) foi maior na amostragem de setembro de 2004,

apresentando uma produção de 2,41 e 3,21Mg ha⁻¹ respectivamente (Tabela 1). Segundo Moraes (1995), a produção de matéria seca de pensacola varia de 8 a 10Mg ha⁻¹ ano⁻¹, valores bastante superiores aos verificados no presente estudo, tanto para o T2 como para o T6.

Os valores de produção de matéria seca obtidos neste trabalho foram inferiores aos encontrados na literatura. Mesmo assim, observou-se que o cultivo da hemátria e hemátria + amendoim forrageiro apresentaram um leve aumento de produtividade, com o tempo de cultivo nas amostragens realizadas.

Os diferentes cultivos estudados provocaram pequenas variações nos teores de COT do solo nas três amostragens avaliadas, cujos valores variaram entre 6,7 e 8,2g Kg⁻¹ (Tabela 2). A faixa de valores observada na terceira coleta está distante do teor de carbono do solo natural que é 30g Kg⁻¹. Evidencia-se a necessidade de maior incorporação de massa vegetal e conseqüente aporte de carbono ao longo do tempo nos solos construídos, para que haja maior aproximação aos teores originais de carbono do solo.

SANTOS et al. (2004) encontraram teores de COT de 15,7 e 12,0g kg⁻¹ em dois solos construídos na área de mineração de Candiota, respectivamente, com um ano e seis anos, teores estes superiores aos observados neste trabalho para o solo com um ano de construção.

Segundo CARNEIRO et al. (2003), durante o processo de lavra a camada de solo fértil sofre oxidação da matéria orgânica e como conseqüência a perda de carbono e nutrientes. Além disso, na construção destas áreas, o solo fértil é removido e misturado com o horizonte B e C, que normalmente apresentam baixo teor de matéria orgânica acarretando uma redução no teor na matéria orgânica remanescente.

Mesmo considerando o aporte de nitrogênio mineral, via adubação em todos os tratamentos, os teores de NT na terceira coleta foram inferiores ao teor do solo natural, não ocorrendo efeito significativo nos tratamentos estudados. Mesmo assim, verifica-se na Tabela 2 uma tendência de aumento nos teores de NT ao longo do tempo.

Tabela 2 - Teores de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) em solo construído em função de diferentes sistemas de cultivo.

Tratamentos	Dias de cultivo					
	198	380	562	198	380	562
	COT (g kg ⁻¹)			NT (g kg ⁻¹)		
T1	7,48 ab	8,17 a	7,58 a	0,52 a	0,64 a	0,74 a
T2	6,73 b	7,83 a	7,40 a	0,53 a	0,67 a	0,71 a
T3	8,03 a	7,54 a	7,25 a	0,56 a	0,61 a	0,67 a
T4	7,41 ab	7,43 a	7,52 a	0,52 a	0,63 a	0,69 a
T5	7,27 ab	7,89 a	7,73 a	0,51 a	0,65 a	0,76 a
T6	7,31 ab	7,88 a	7,64 a	0,53 a	0,67 a	0,67 a
SN	-	-	30,1	-	-	2,2
CV (%)	9,0	10,8	8,4	11,0	10,8	9,4

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

T1 = Hemártria, T2 = Tifton, T3 = Pensacola, T4 = Hemártria + Amendoim forrageiro, T5 = Tifton + Amendoim forrageiro, T6 = Pensacola + Amendoim forrageiro, SN = solo natural e CV = Coeficiente de Variação.

A biomassa microbiana constitui a maior parte da fração ativa da matéria orgânica do solo e seus valores são bastante sensíveis. Em razão desta foi observado um alto coeficiente de variação entre os diferentes dados nas três amostragens, com consequente ausência de diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 3).

Os maiores teores de CM foram observados na amostragem de novembro de 2004, com variações de 131,8 a 274,8mg kg⁻¹. Este fato deve-se ao aporte de

material orgânico devido ao corte da aveia que foi realizado um mês antes desta amostragem, implicando em maior acumulação de carbono pela biomassa microbiana e melhoria nas condições de desenvolvimento da microbiota, permanecendo o solo coberto, com menor variação e níveis mais adequados de temperatura e umidade. Nesta amostragem, também, foi observada uma correlação linear positiva entre o CM e o COT apresentando um R² = 0,62 (dados não apresentados).

Tabela 3 - Teores de carbono (CM) e nitrogênio (NM) da biomassa microbiana, em solo construído em função de diferentes sistemas de cultivo.

Tratamentos	Dias de cultivo					
	198	380	562	198	380	562
	CM (mg kg ⁻¹)			NM (mg kg ⁻¹)		
T1	106,1 a	232,7 a	92,7 a	7,29 a	4,91 a	5,73 a
T2	70,2 a	237,4 a	94,5 a	4,86 a	5,73 a	7,37 a
T3	66,6 a	236,2 a	90,0 a	6,48 a	5,32 a	6,14 a
T4	91,5 a	131,8 a	85,3 a	6,48 a	4,91 a	6,55 a
T5	76,5 a	274,8 a	89,6 a	5,67 a	6,14 a	6,14 a
T6	77,4 a	188,7 a	73,1 a	7,29 a	7,36 a	6,96 a
SN	-	-	214,2	-	-	19,2
CV (%)	45,6	45,5	38,3	57,7	30,3	51,7

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

T1 = Hemártria, T2 = Tifton, T3 = Pensacola, T4 = Hemártria + Amendoim forrageiro, T5 = Tifton + Amendoim forrageiro, T6 = Pensacola + Amendoim forrageiro, SN = solo natural e CV = Coeficiente de Variação.

SILVEIRA et al. (2006) em estudo realizado em área revegetada com espécies rasteiras e arbustivas com dois anos de recuperação, localizada em Itajubá, sul de Minas Gerais, encontrou teor de CM de 22,6mg

Kg⁻¹, valor inferior aos encontrados neste trabalho. MENDONÇA et al. (2002), entretanto, em experimento conduzido em solo construído após mineração de carvão a céu aberto, no município de Lauro Müller

(SC), encontrou teor de $159,5 \text{ mg Kg}^{-1}$ de CM, valor semelhante aos observados na amostragem de novembro de 2004 (Tabela 3). Independente de cada experimento estas diferenças podem explicadas pelas diferenças no tipo de solo e nas condições climáticas de cada área.

A manutenção das características biológicas nos agrossistemas agrícolas depende dos processos de transformação do material orgânico incorporado ao solo. Até o presente momento, as variações nas três épocas de amostragem e nos diferentes tratamentos não permitem a determinação do melhor cultivo nos solos construídos visando à equiparação dos teores de carbono no solo natural.

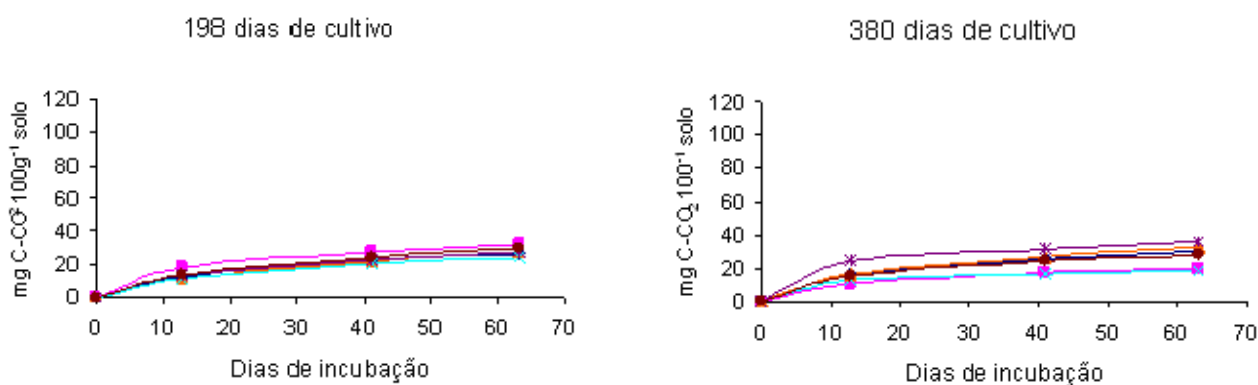
Os teores de NM variaram de $4,86$ e $7,37 \text{ mg kg}^{-1}$, entre os tratamentos nos três períodos amostrados e também não diferiram estatisticamente. Observou-se uma correlação linear significativa entre o NM e os teores de NT após 562 dias, apresentando coeficientes R^2 de $0,45$ (dados não apresentados).

Constatou-se que as variações apresentadas pelos teores de NM, ao longo do tempo, foram menores que a verificada pelos teores de carbono, o que pode ser creditado pela menos assimilação microbiana do nitrogênio em relação a o carbono, na ordem de $10:1$.

Como observado na Figura 1, a liberação acumulada de C-CO_2 aumentou com o tempo de construção do solo. Na amostragem de maio de 2004, os tratamentos permaneceram semelhantes quanto à liberação de C-CO_2 , o que também pode ser observado na amostragem de novembro, porém, com leve diferenciação entre os tratamentos. Valores semelhantes aos obtidos na amostragem de maio de 2004 foram observados por QUADRO et al. (2005), em experimento realizado em duas áreas construídas em Candiota, uma com dois e outra com seis anos.

Na amostragem de maio de 2005 e, portanto, aos 562 dias após a implantação dos tratamentos, observou-se aumento geral da liberação de C-CO_2 em função da incorporação de resíduos provenientes dos cultivos, com acúmulo de matéria orgânica em frações lábeis, promovendo maior atividade biológica sobre esse material, liberando CO_2 . Neste período, o tratamento contendo tifton + amendoim forrageiro destacou-se dos demais, com acúmulo de C-CO_2 ao final do período de incubação semelhante ao do solo natural (Figura 1).

Segundo PARKIN et al. (1996), uma alta taxa de respiração pode significar, em curto prazo, liberação de nutrientes para as plantas e, em longo prazo, perda de COT do solo para a atmosfera, porém necessitando de uma avaliação mais precisa.



Os elevados coeficiente de variação para as determinações do quociente metabólico (qCO_2) determinaram ausência de significância entre os tratamentos nas três épocas de amostragens (Tabela 4).

Os menores valores, de modo geral, foram verificados aos 380 dias após o início dos cultivos.

Neste período, observou-se uma condição mais estável e equilibrada de solo, pois menos carbono está sendo perdido pela respiração basal (Figura 1) e maior proporção de carbono é incorporada pelos microrganismos.

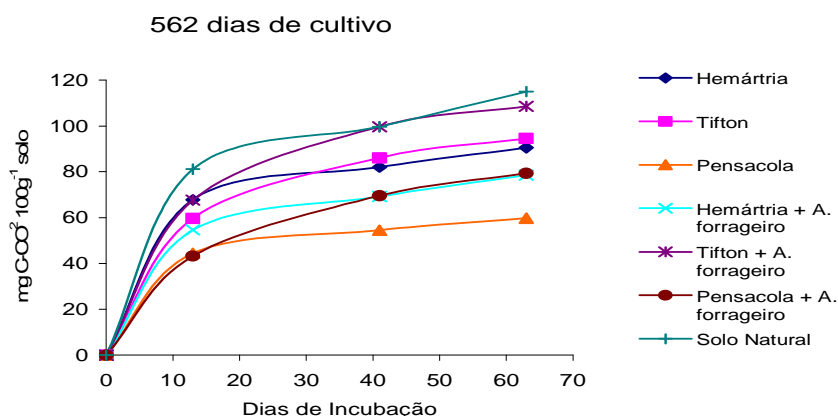


Figura 1 – Liberação acumulada de C-CO₂, nas três amostragens realizadas.

Tabela 4 – Quociente metabólico do solo construído e cultivado com diferentes coberturas vegetais.

Tratamentos	Dias de cultivo		
	198	380	562
	$qCO_2 \times 10^{-3}$		
T1	1,848 a	2,285 a	7,237 a
T2	4,148 a	0,773 a	7,090 a
T3	3,294 a	0,993 a	4,507 a
T4	1,873 a	2,032 a	5,861 a
T5	2,595 a	1,129 a	8,719 a
T6	3,299 a	1,175 a	9,778 a
SN	-	-	3,600
CV (%)	56,55	118,05	73,65

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

T1 = Hemártria, T2 = Tifton, T3 = Pensacola, T4 = Hemártria + Amendoim forrageiro, T5 = Tifton + Amendoim forrageiro, T6 = Pensacola + Amendoim forrageiro, SN = solo natural e CV = Coeficiente de Variação.

Segundo SAKAMOTO e OBO (1994), um baixo qCO_2 indica economia na utilização de energia e, supostamente, reflete ambiente mais estável ou mais próximo do seu estado de equilíbrio. Valores elevados são indicativos de ecossistemas submetidos a alguma condição de estresse ou de distúrbio como, por exemplo, a incorporação de resíduos ao solo, o que pode ser observado pelos valores aos 562 dias de cultivo. O tratamento com pensacola, entretanto, destaca-se com uma menor liberação acumulada de C- CO_2 (Figura 1) e um menor qCO_2 (Tabela 4).

MENDONÇA et al. (2002), em experimento conduzido em solo após mineração de carvão a céu aberto, no município de Lauro Müller (SC), encontraram valores de qCO_2 semelhantes aos das amostragens de maio de 2004.

Nas amostras retiradas em maio de 2005, 562 dias após a implantação do experimento, constataram-se os mais elevados qCO_2 . Isto se deve, provavelmente, a maior atividade dos microrganismos nesse período (Tabela 4) com maior liberação de CO_2 por unidade de carbono microbiano, provocado pela presença de material facilmente assimilável e com menor resistência ao ataque microbiano.

CONCLUSÕES

Os cultivos de hemátria e consórcio de hemátria + amendoim forrageiro em solo construído após mineração de carvão promovem um alto rendimento de matéria seca;

Mesmo após 562 dias de implantação dos diferentes cultivos, os teores de carbono orgânico e nitrogênio total e nitrogênio da biomassa microbiana no solo construído ainda são menores do que no solo natural adjacente à área de mineração;

Aumentos nos teores de carbono da biomassa microbiana do solo construído foram obtidos após 380

dias dos cultivos de Hemátria, Tifton, Pensacola e Tifton + Amendoim forrageiro;

O do cultivo de Tifton + Amendoim forrageiro após 562 dias permitiu uma atividade microbiana no solo construído semelhante a do solo natural;

Após 562 dias de cultivo, a intensa liberação de CO_2 em todos os tratamentos, aumentou o qCO_2 a valores superiores ao observado no solo natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.10, p.215-221, 1978.
- BUGIN, A. Introdução à recuperação de áreas degradadas. In: BUGIN, A. **Meio ambiente e carvão. Impactos da exploração e utilização**. Porto Alegre, 2002, FINEP/CAPES/PADCT/GTM/PUCRS/FEPAM, p.93-98.
- CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Carbono orgânico, nitrogênio total e biomassa microbiana (C, N e P) do solo em duas cronossequências de reabilitação em área de mineração de bauxita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto, **Anais eletrônicos** ...São Paulo: UNESP, 2003. Disponível em: www.sbcs.org.br. Acesso em: 09 out. 2006.
- FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 991-996, 1999.
- FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; DIAS, L. E. & FARIA, S. M. Revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas – PA com leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas. In: SIMPÓSIO

SANTOS et al. Biomassa e atividade microbiana em solo construído após mineração de carvão e submetido a diferentes...

NACIONAL: RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, 1994, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Curitiba: UFPR, 1994, v1. p.679.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação.** IBAMA, 1990. 96p.

JORDAN, D.; KREMER, R. J.; BERGFELD, W. A.; KIM, K. Y.; CACNIO, V. N. Microbial and faunal biomass in soils. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.19 p.297-302, 1995.

MENDONÇA, D.; FIGUEIREDO, S. R.; KLAUBERG F. O.; PIRES, J. C. Características biológicas de um solo reconstruído após mineração de carvão a céu aberto com adição de calagem e esterco animal. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., 2002. Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...**, Rio de Janeiro: UFRRJ, 2002. Disponível em: www.sbcs.org.br. Acesso em: 22 dez. 2006.

MORAES, Y. J. B. **FORAGEIRAS: conceitos, formação e manejo.** Livraria e editora Agropecuária, Guaíba, 1995. 215p.

NUNES, M. C. D. **Condições físicas de solos construídos na área de mineração de carvão de Candiota-RS.** Pelotas, 2002. 130p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”. Universidade Federal de Pelotas.

PARKIN, T. B.; DORAN, J. W. FRANCO-VIZCAINO, E. Field and laboratory tests of soil respiration. In: PARKIN, T. B. **Methods for assessing soil quality.** Madison, Soil Science Society of America, 1996. (Special Publication, 49), p.231-246.

PINTO, L. F. S.; KÄMPF, N. Contaminação dos solos construídos. In: PINTO, L. F. S.; KÄMPF, N. **Meio ambiente e carvão. Impactos da exploração e utilização.** Porto Alegre,

FINEP/CAPES/PADCT/GTM/PUCRS/FEPAM, 2002, p.69-92.

PIRT, S. J. **Principles of microbe and Cell cultivation.** Oxford, Boston: Blackwell Scientific, 1975, p.274.

POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C. & CHRISTESEN, B. T. Measurement of soil microbial biomass provide an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.19, p.159-164, 1987.

QUADRO, M. S.; CASTILHOS, D. D.; PINTO, L. F. S.; PAULETTO, E. A.; CANTON, D. D. Atividade microbiana em solos de solos construídos em área de mineração de carvão. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 10, n.2, p. 143-150, 2005.

SAKAMOTO, K.; OBO, Y. Effects of fungal to bacterial ratio on the relationship between CO₂ evolution and total soil microbial biomass. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.17, p.39-44, 1994.

SANTOS, N. M. L.; ÁVILA, M. S. V.; PINTO, L. F. S.; PAULETTO, E. A.; NUNES, M. C.. Caracterização química de solos construídos na Área de Mineração de Carvão de Candiota. In: FERTBIO 2004, 2004, Lages. **Anais eletrônicos...**, Lages: UDESC, 2004. Disponível em: www.sbcs.org.br. Acesso em: 20 abr. 2006.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. CPRM.

Disponível em:

<<http://www.cprm.gov.br/coluna/carvãomineral10.html>>

. Acesso em: 08 de abril de 2006.

SILVEIRA, R. B.; MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.. Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas em Itajubá/MG. **Revista Cerne**. Lavras, v.12, n.1, p.48-55, jan./mar. 2006.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: DIXON, J. B. ; WEED S. B. (Ed) **Methods of soil analysis**, Madison:

SANTOS et al. Biomassa e atividade microbiana em solo construído após mineração de carvão e submetido a diferentes...

Soil Science Society of America Book Series, v.2, n.1,
p.1551-1572, 1965.

TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.;
VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e
outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, 174p. 1995.(Boletim
Técnico 5).

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S.
An extraction method for measuring soil microbial
biomass C. **Soil Biology Biochemistry**. Oxford, v. 19,
n.6 p. 703-707, 1987.