

Ocorrência de micorrizas em *Pteridium aquilinum* e *Gleichenia pectinata* coletadas em áreas de bota fora de mineração de carvão em SC.⁽¹⁾

Josieli Pietro Biasi⁽²⁾; Ariane Andreola⁽³⁾; Mari Lúcia Campos⁽⁴⁾; Cláudio Roberto da Fonseca Souza Soares⁽⁵⁾; Edenilson Meyer⁽⁶⁾; San Miyamoto⁽⁷⁾.

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos da FAPESC. ⁽²⁾ Estudante de graduação em Engenharia Florestal; Universidade do Estado de Santa Catarina; Lages, SC; E-MAIL ⁽³⁾ Estudante de doutorado do Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo; Universidade do Estado de Santa Catarina; Lages, SC. ⁽⁴⁾ Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina; Lages, SC. ⁽⁵⁾ Professor da Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis, SC; ⁽⁶⁾ Estudante de graduação em Engenharia Agrônoma na Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis, SC; ⁽⁷⁾ Estudante de graduação em Ciências Biológicas na Universidade de Criciúma; Criciúma, SC.

RESUMO: As atividades envolvidas na extração e beneficiamento do carvão mineral degradam o solo devido a disposição inadequada do rejeito contribuindo para o desaparecimento da fauna e flora regionais (BORTOT & ZIM-ALEXANDRE, 1995). Nesse viés, o presente trabalho visou avaliar as características químicas do rejeito da mineração de carvão e a ocorrência de FMA's (fungos micorrizicos arbusculares) em áreas de bota-fora, associados a duas espécies de pteridófitas. O experimento foi conduzido em nove áreas, duas sem interferência antrópica (AT1 e AT2) e sete áreas de bota-fora de rejeito carvão (A1, A3, A4, A8, A9, A17 e A18) nos municípios de Criciúma, Siderópolis e Urussanga, Santa Catarina. As amostras de solo e plantas foram coletadas aleatoriamente nas áreas.

Termos de indexação: mineração de carvão, pteridófitas, fungos micorrizicos arbusculares.

INTRODUÇÃO

Atualmente a atividade industrial vem crescendo em ritmo acelerado estando está associada ao maior consumo de energia, tornado necessário um aumento na demanda por combustíveis fósseis tais como o petróleo, o carvão mineral e o gás natural. Cerca de 80% do carvão extraído no mundo é queimado em centrais térmicas de carvão pulverizado (termoelétricas). No Brasil, as termoelétricas estão situadas geograficamente junto às principais jazidas de carvão, nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (GOMES, 2002).

Entretanto, a mineração de carvão produz uma grande quantidade de rejeitos depositados inadequada em pilhas ou barragens próximas ao local de mineração, que resultam severos passivos ambientais (FUNGARO E IZIDORO, 2006). O rejeito pode conter elevados teores de elementos-traço (metais pesados) e sulfetos (FeS_2), causando a contaminação dos recursos hídricos e do solo contribuindo intensamente para o desaparecimento

da fauna e flora regionais (BORTOT & ZIM-ALEXANDRE, 1995; KLEIN, 2006).

Em SC, o processo de degradação tornou-se alarmante e provavelmente irreversível já que em muitas regiões restou apenas vegetação de formações secundárias em diferentes estádios sucessionais (SANTOS, 2003).

Em busca de alternativas de descontaminação de menor custo a fitorremediação, quando comparada a técnicas convencionais, tem sido considerada uma alternativa vantajosa e de fácil aplicação, além disso, constitui uma excelente alternativa para diminuição do risco de contaminação das populações que vivem nas circvizinhanças de áreas contaminadas (PIRES, 2003; LAMEGO, 2007).

Estudos demonstraram que a associação de plantas e microrganismos, como fungos micorrizicos arbusculares pode ter significativo efeito na absorção de contaminantes (LAMEGO 2007). Em algumas plantas o aumento da área de contato das raízes proporcionada pelos FMA's (fungos micorrizicos arbusculares) pode ocasionar o aumento da absorção de elementos-traços (SCHNEIDER, 2012). O resultado da colonização micorrizica na redução dos teores de contaminantes em solos contaminados dependerá da combinação planta-fungo-elemento-traço e é influenciado pelas condições do solo (SCHNEIDER, 2012).

Diante deste contexto, esse trabalho objetivou avaliar a presença de FMA's (fungos micorrizicos arbusculares) em pteridófitas coletadas em áreas de bota-fora de mineração de carvão em SC.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em áreas de bota-fora de mina nos Municípios de Urussanga (5 áreas amostradas), Criciúma (4 áreas amostradas) e Siderópolis (1 área amostrada), integrantes da Associação dos Municípios da Região Carbonífera – Amrec (tabela 1). Nessas áreas foram efetuadas

coletadas do solo misturado ao rejeito, do rejeito e de plantas (samambaias).

As avaliações foram efetuadas na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), no laboratório de Levantamento e Análise Ambiental, em Lages, Santa Catarina e na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Florianópolis, SC.

Foram encontradas duas espécies de samambaias nas áreas estudadas identificadas como sendo, *Pteridium aquilinum* (L) Kuhn (E1), e *Gleichenia pectinata* (E2).

O rejeito foi coletado com o auxílio de uma pá reta, de forma que abrangesse o entorno da raiz das plantas. O rejeito foi separado da raiz das plantas, secos em estufa 60 ° por 24 horas, moídos e passados através de peneira de 2 mm. Após a preparação das amostras determinou-se pH em água e o índice SMP por potenciometria, utilizando-se uma relação solo/solução de 1:1. Os teores de P, K foram extraídos com solução ácida de Mehlich 1, sendo o P determinado por colorimetria; os teores de Ca, Mg e Al, foram extraídos com solução KCl 1 mol L⁻¹, ambas as análises seguiram os métodos determinados pela EMBRAPA (2009), e a quantificação se realizou por meio de espectrofotometria de absorção atômica. Também, foram determinados os teores disponíveis de Cu e Zn pelo método Tedesco (1995), com quantificação por espectrofotometria de absorção atômica.

Análise da colonização dos FMA's.

As plantas foram coletadas separadas em parte aérea e raízes, lavadas com água de torneira. Uma parte das raízes foi coletada do solo, lavada em água de torneira e conservada em solução de FAA (formalina-álcool-ácido acético). Em seguida, as amostras de raízes foram lavadas para retirar a solução de FAA, separando-se 1 g de raízes finas e acondicionando-as em cápsulas plásticas. As raízes foram mergulhadas em solução de KOH 10%, aquecidas a 60 °C por 25 min, para a clarificação; lavadas em água corrente; acidificadas com HCl 1% por 3 min e aquecidas por 20 min em solução de glicerol ácido e azul de tripano 0,05% (KOSKE & GEMMA, 1989), procedimentos estes necessários para a coloração das raízes para avaliação da colonização micorrízica (GIOVANNETTI & MOSSE, 1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que o rejeito coletado das áreas são pobres quimicamente, com baixos valores

de pH, baixos teores de Ca, Mg e P, e altas concentrações de Al trocável (tabela 2). Em algumas áreas é possível se observar altas concentrações de K (p. ex. A1 e A17 – tabela 2) e P (p. ex. A17 – tabela 2), fato que possivelmente esta relacionado ao teor desse elemento no material de origem do rejeito. As áreas A1, A17 e A18 apresentaram teores de Zn até quarenta vezes superior ao observado na testemunha.

Na maioria das áreas alvo deste estudo as plantas coletadas apresentavam raízes colonizadas por micorrizas (tabela 3). As áreas A8, A9, A17, A18, e a área de testemunha AT1 foram as que apresentaram plantas colonizadas, sendo que as demais áreas, A1, A3, A4 e a AT2 não houve ocorrência de colonização.

Ainda verificou-se que, as espécies em estudo *Pteridium aquilinum* (E1) e *Gleichenia pectinata* (E2) apresentam capacidade de serem colonizada na maioria das áreas estudadas. Constatou-se porcentagem de colonização maior ou próxima a 50% para a espécie *Pteridium aquilinum* (E1) na área A17 e A18 e para *Gleichenia pectinata* (E2) na A9 e A17 (tabela 3). Isso pode ser explicado devido ao fato das FMA's terem ocorrência generalizada e formarem importante simbiose com a maioria das plantas, podendo, segundo Filho et al., (2002), se desenvolver em lugares considerados inóspitos para a sobrevivência microbiana e vegetal, por serem organismos que possuem facilidade de adaptação.

De acordo com LEE & GEORGE (2005), a colonização de fungos micorrízicos nas raízes pode modificar a aquisição e a tolerância das plantas a elementos-traço.

Não obstante, plantas micorrizadas podem apresentar maior tolerância a diversos metais e, de modo compensatório, conferir ao fungo simbiote vantagens na sobrevivência em local perturbados pela contaminação ou deficientes nutricionalmente (FILHO et al., 2005). Segundo Smith et al., 1997, a capacidade das espécies vegetais tolerarem os estresses proporcionados por elementos tóxicos é devida à diminuição da fitotoxidez dos contaminantes resultante de diferentes mecanismos, nos quais se podem incluir as micorrizas.

Diante deste contexto, a simbiose de plantas com FMA's mostra-se como alternativa promissora para estudos visando processos de revegetação e de recuperação de áreas contaminadas com metais pesados.

CONCLUSÕES

Houve colonização por FMA's nas duas espécies de pteridófitas estudadas evidenciando a possibilidade de utilização das mesmas e dos



fungos micorrizicos em programas de revegetação e recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão.

REFERÊNCIAS

- BORTOT, A.; ZIM, A. N. Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar . Revista Tecnologia e Ambiente, Criciúma, v.1, p.55-74, 1995.
- EMBRAPA. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes, 2ª Edição. ISBN: 978-85-7383-430-7, 2009.
- FILHO, O.K., SIQUEIRA, J.O., MOREIRA, F.M.S. Fungos micorrízicos arbusculares em solos de área poluída com metais pesado. Revista Brasileira de Ciência do Solo 26:125-134, 2002.
- FILHO, O.K., SIQUEIRA, J.O., MOREIRA, F.M.S., Soares, C.R.F.S., SILVA, S. Ecologia, função e potencial de aplicação de fungos micorrizicos arbusculares em condições de ecesso de metais pesados. Tópicos em Cincia do Solo, 4:85-144, 2005.
- FUNGARO, D. A.; IZIDORO, J. C. Remediação de Drenagem Ácida de Mina Usando Zeólitas Sintetizadas a Partir de Cinzas Leves de Carvão . Quim. Nova, São Paulo – SP, Vol. 29, No. 4, 735-740, 2006.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, Cambridge, v. 84, n. 3, p. 484-500, Mar. 1980.
- GOMES, A. J. P. Estratégica na Produção de Eletricidade no Sul do Brasil, Carvão do Brasil, Turfa Agrícola/ Geologia, Meio Ambiente e Participação, Porto Alegre: EST, p 164, 2002.
- KLEIN, A. S. Áreas degradadas pela mineração de carvão no sul de santa catarina: vegetação versus substrato. 2006. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estremo Sul de Santa Catarina - Unesc, Criciúma-sc, 2006.
- KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, Cambridge, v. 92, n. 4, p. 486-488, 1989.
- LAMEGO, F. P.; VIDAL, R. A. Fitorremediação: plantas como agentes de despoluição? Pesticidas: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente, Curitiba, v. 17, n. , p.9-18, dez. 2007. Bimestral.
- LEE, Y.J.; GEORGE, E. Contribution of mycorrhizal hyphae to the uptake of metal cations by cucumber plants at two levels of phosphorus supply. Plant and Soil, v. 278, p. 361-370, 2005.
- PIRES, F. R. et al. fitorremediação de solos contaminados com herbicidas. in: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2002, Viçosa-mg. PLANTAS DANINHAS. Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência Das Plantas Daninhas, 2003. v. 21, p. 335 - 341.
- SANTOS, R. dos. Reabilitação de ecossistemas degradados pela mineração de Carvão a céu aberto em Santa Catarina, Brasil. 2003.115f. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, São Paulo, 2003.
- SCHNEIDER, J.; OLIVEIRA, L. M. de; GUILHERME, L. R. G. Espécies tropicais de pteridófitas em associação com fungos micorrízicos arbusculares em solo contaminado com arsênio. Quimica Nova, Lavras-mg, v. 35, n. 4, p.709-714, 2012.
- SMITH, S.E. & READ, D.J. Mycorrhizal symbiosis. 2.ed. London, Academic Press, 1997. 605p.
- TEDESCO, J. M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análise de solos, plantas e outros materiais. Boletim técnico, Porto Alegre, n.5, 1995.
- VIGANCO, E.M. Produção de sulfato Ferrso a partir de rejeito da mineração de carvão. (Dissertação de Mestrado). UFRGS, Poro Alegre, 2010.

Tabela 1. Coordenadas dos locais de coleta, sendo A1 a A18 áreas de bota fora de mina e AT1 AT2 áreas sem influencia da mineração de carvão (Testemunhas).

Área	Coordenadas		Localização
	S	W	
A1	065°90'04"	068°48'054"	Urussanga
A2	065°80'25"	068°47'202"	Urussanga
A3	065°82'09"	068°47'721"	Urussanga
A4	065°93'78"	068°48'267"	Urussanga
A8	065°23'67"	068°29'391"	Criciúma
A9	065°39'44"	068°23'205"	Criciúma
A17	066°57'88"	068°29'334"	Criciúma
A18	066°58'42"	068°30'233"	Criciúma
AT1	065°19'62"	068°35'921"	Siderópolis
AT2	066°40'33"	068°37'933"	Urussanga

Tabela 2: Caracterização do rejeito dos locais de bota fora de mineração de carvão.

Amostra	Ca	Mg	Al	P	K	pHágua	pHSMP	Cu	Zn	
	-- Cmolc kg ⁻¹ --		-- mg kg ⁻¹ --							
AT 1	E2	0,16	0,60	3,05	1,8	137	4,2	4,5	0,7	1,5
AT 2	E1	0,0	0,91	1,85	2,2	76	4,4	4,8	0,4	3,5
A1	E1	0,00	0,06	5,73	2,6	45	2,8	3,9	1,1	1,1
	E2	0,00	0,08	8,93	4,0	798	2,8	3,6	1,4	40,9
A3	E1	0,00	0,06	7,33	2,1	77	3,0	3,9	1,2	41,6
	E2	0,00	0,13	5,84	1,2	17	2,6	3,6	1,7	5,9
A8	E1,E2	0,00	0,14	5,34	1,5	27	3,2	4,5	1,5	0,9
A9	E1,E2	0,00	0,48	9,79	2,2	12	2,2	3,5	2,6	8,9
A17	E1,E2	0,00	0,33	7,77	238,2	154	3,4	3,6	0,9	58,8
A18	E1	0,00	0,15	6,29	0,3	83	3,0	4,1	1,4	40
	E2	0,00	0,05	7,28	2,6	94	3,3	3,7	1,4	40

Tabela 3. Porcentagem de Colonização por FMA's nas raízes das samambaias coletadas em 7 áreas de mineração e 2 testemunhas.

ÁREA	PLANTAS	COLONIZAÇÃO %
AT1	E2	24
AT2	E1	*
A1	E1	*
	E2	*
A3	E1	*
	E2	*
A4	E1	20
	E2	14
A8	E1	*
	E2	29
A9	E1	31
	E2	27
A17	E1	67
	E2	20