

Mineralogia e química dos materiais da coluna geológica com vistas à composição do solo construído na área de mineração de carvão de Candiota-RS⁽¹⁾

Renata Pinto Albert Alves⁽²⁾; Jeferson Diego Leidemer⁽³⁾ Luiz Fernando Spinelli Pinto⁽⁴⁾; Pablo Miguel⁽⁴⁾; Eloy Antonio Pauletto⁽⁴⁾; Afonso Finkenauer⁽³⁾

⁽¹⁾ Parte da tese de doutorado do Programa de Pós graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água-UFPEL.

⁽²⁾ Graduanda do Programa de Manejo e Conservação do Solo e da Água-UFPEL. E-mail: rp.albert@hotmail.com;

⁽³⁾ Graduando da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - UFPEL; ⁽⁴⁾ Professor da Universidade Federal de Pelotas.

RESUMO: O processo de mineração de carvão mineral em Candiota/RS, seguido de recomposição topográfica e ambiental origina solos antropogênicos, denominados de construídos, compostos por uma espessa camada de fragmentos de rochas sedimentares e saprolitos (estéril) recoberta por uma camada de solo superficial (terra vegetal - "topsoil"). Neste estudo, com vistas a fornecer subsídios para o planejamento da recuperação ambiental em uma área que poderá ser minerada nas próximas décadas, foi amostrado um furo de sondagem da malha VIII, localizada ao lado das áreas que estão atualmente sendo mineradas (malhas VII e IV). Neste foram selecionadas 16 amostras para caracterização química e mineralógica. As amostras de rocha foram trituradas e moídas e passadas em peneira de 2mm, as de solo preparadas normalmente. As amostras foram determinadas quimicamente quanto ao pH e complexo trocável e mineralogicamente por difratometria de raios X na fração total forma de pó. Os dados do solo, com alta soma e saturação por bases e presença de esmectita, típicos de um Chernossolo, indicam para as equipes de recuperação ambiental a necessidade de se adaptar a uma outra condição de solo, mais fértil em termos químicos, porém com condições físicas mais difíceis de manejar do que o Argissolo encontrado na área de mineração atual. Os dados dos materiais das rochas indicam a presença de materiais alcalinos, que poderão vir a neutralizar parte da acidez produzida pela oxidação da pirita nos solos construídos na área da malha VIII.

Termos de indexação: área minerada, degradação, recomposição do solo.

INTRODUÇÃO

O Estado do Rio Grande do Sul responde por 89,25% das reservas de carvão mineral do país, com a Jazida de Candiota (RS) possuindo 38% do total (ANEEL, 2008). Nesta, o carvão não é beneficiado, em função do alto teor de cinzas, e é utilizado para abastecer a Usina Termoelétrica

Presidente Médici, localizada ao lado da jazida (CGTEE, 2015).

O carvão é encontrado na Formação Rio Bonito, que apresenta espessura considerável em Candiota-RS, podendo atingir 100m. As camadas de carvão posicionam-se normalmente no terço médio desta unidade litestratigráfica. São conhecidos 23 leitos de carvão, dos quais somente as camadas Candiota Inferior (CI) e Superior (CS) (Figura 1), mais importantes em espessura e distribuição, tem sido mineradas. A camada explorada tem espessura média que varia de 2,20 a 6,17m, sendo constituída por dois bancos de carvão, intercalados com siltitos e argilitos de coloração cinza-escuro, cuja espessura varia em torno de 70cm (Aboarrage & Lopes, 1986).

Em Candiota, a mineração é realizada a céu aberto, onde são retirados os horizontes do solo, saprolitos e camadas geológicas (arenitos, folhelhos, argilitos e siltitos) sobrejacentes ao carvão, seguido pela extração de carvão mineral. Para a recomposição topográfica da área, o material sobrejacente às camadas exploradas de carvão, denominado de estéril, é usado para preencher as cavas abertas. Após aplainamento das pilhas de estéril, é depositada uma camada do solo superficial (horizonte A - "topsoil") retirado da frente de mineração, denominada no ambiente da mina de terra vegetal. Eventualmente, antes da deposição da terra vegetal pode ser depositada uma camada do subsolo (horizonte B e/ou C), denominada de argila. Após, ocorre o preparo e correção do solo e o plantio de espécies vegetais com vistas à revegetação da área.

Dessa forma, em Candiota/RS, são originados solos construídos, de natureza antropogênica (Kämpf et al., 1997; Pinto & Kämpf, 2002), formados em profundidade por uma espessa camada de estéril, composta por uma mistura heterogênea de rochas sedimentares (arenitos, siltitos, folhelhos, argilitos e carvões não aproveitados) e saprolitos, recoberta por uma camada de 30 a 50cm em média de terra vegetal ("topsoil"). Eventualmente, quando é colocada uma camada de argila (40-60cm) entre o

estéril e a terra vegetal, a cobertura sobre a camada de estéril pode ultrapassar 1m de espessura.

A oxidação de sulfetos, principalmente a pirita, contida nos carvões e nas rochas associadas da camada de estéril, gera a produção de ácido sulfúrico e intensa acidificação nos solos construídos, em um fenômeno conhecido como drenagem ácida de mina (DAM) (USEPA, 1994; Pinto & Kämpf, 2002).

O objetivo do trabalho foi o de caracterizar a composição química do complexo trocável e a mineralogia do solo e das rochas de uma coluna geológica de uma área (malha) que irá ser minerada nas próximas décadas, de forma a gerar subsídios para o planejamento da construção dos perfis de solos e do controle ambiental na área minerada.

MATERIAL E MÉTODOS

A jazida de carvão, pertencente à Companhia Riograndense de Mineração (CRM), localiza-se no município de Candiota-RS, próximo à cidade de Bagé (55km), distante 400km de Porto Alegre e a 140km da cidade de Pelotas.

Foi selecionado um furo de sondagem (F530, Figura 1), representativo dos materiais da coluna geológica da malha VIII, área ainda não minerada, que fica ao lado da malha VII, que, juntamente com a malha IV, está sendo minerada atualmente.

Neste foram amostrados dezesseis materiais, entre solo, saprolito e rochas (Figura 1), com em torno de 25cm de espessura. As amostras foram trazidas para os laboratórios do Departamento de Solos da Universidade Federal de Pelotas (UFPEl), onde foram trituradas, moídas e passadas em peneira de malha de 2mm para posteriores análises.

Em laboratório, as amostras foram analisadas quimicamente conforme Embrapa (2011). O pH foi determinado em água por determinação potenciométrica através de uma suspensão solo-líquido. Os cátions trocáveis Ca, Mg e Al foram extraídos com KCl 1M; K e Na trocáveis e P disponível foram extraídos com solução Mehlich 1 (HCl 0,05M + H₂SO₄ 0,0125M) e a acidez potencial com acetato de cálcio 0,5M a pH7. Cálcio e magnésio foram determinados por espectroscopia de absorção atômica; potássio e sódio por espectrofotometria de chama; alumínio e acidez potencial (H + Al) por titulação com NaOH 0,0125N, onde H extraível foi calculado por diferença. O P foi determinado por espectroscopia UV-visível.

A análise mineralógica foi realizada na fração total na forma de pó, no Laboratório de mineralogia do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia

da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O equipamento utilizado foi um difratômetro de raios X modelo Bruker D2 Phaser. Empregou-se radiação de Cu-K α e filtro de Ni, detector LynxEye® e o slit primário com abertura de 0,3mm. A faixa de varredura foi de 4 a 70° 2 θ . Os difratogramas foram gerados com programa próprio do equipamento e a interpretação dos mesmos foi efetuada com base nas chaves de Brindley & Brown (1980).

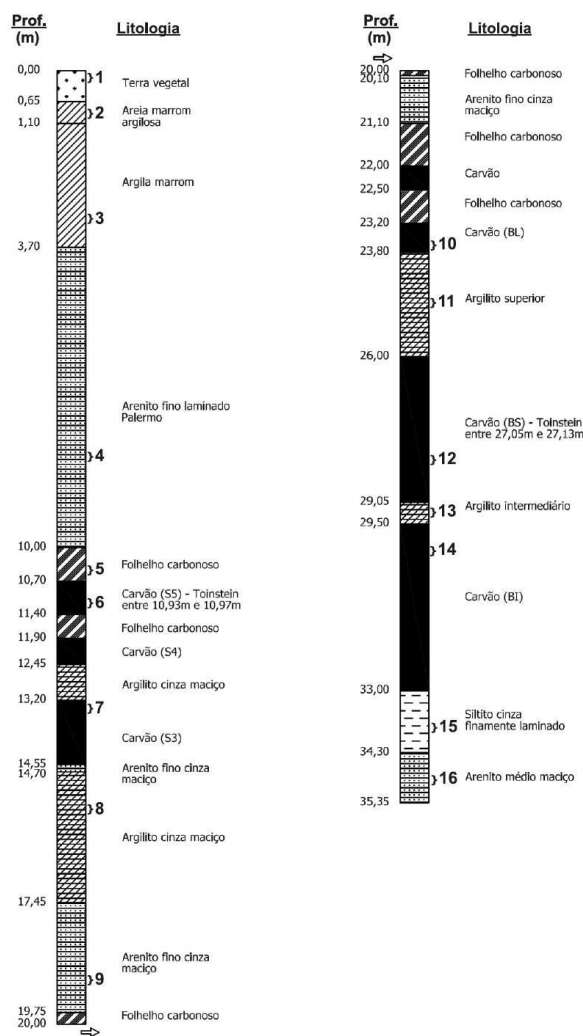


Figura 1 - Caracterização litológica do furo de sondagem F-530 e localização das amostras selecionadas (1 a 16).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra a composição química do complexo trocável dos materiais da coluna geológica. Nesta se observa que os horizontes do

solo apresentam alta soma e saturação por bases, condizentes com a composição de Chernossolos. Neste sentido, esse contrasta com a composição dos solos construídos atualmente na área minerada, derivados de Argissolos Vermelhos. Dessa forma, as equipes de recuperação ambiental vão ter de se adaptar a uma outra condição de solo, mais fértil em termos químicos, porém com condições físicas mais difíceis de manejar.

Nos materiais das rochas, que irão compor a camada de estéril dos solos construídos, se encontram alguns materiais mais alcalinos, como o arenito da Formação Palermo (4), o argilito cinza (8) e o siltito cinza (15) e o arenito médio (16), estes dois últimos localizados abaixo da camada de carvão Bl. Isto indica que, em sendo minerada a área da malha VIII, haverá materiais capazes de neutralizar parte da acidez produzida pela oxidação da pirita no solo construído, dependendo principalmente da espessura e do potencial de neutralização do arenito da Formação Palermo e do argilito cinza maciço. Por outro lado, o folhelho carbonoso (5), o carvão S3 (6) e o arenito fino (9) mostraram reação ácida, com provável potencial de acidificar o solo construído.

A figura 2 mostra os difratogramas dos materiais selecionados da coluna geológica da malha VIII.

As amostras do solo (horizontes A, B e C, amostras 1 a 3) apresentam uma mineralogia a base de quartzo e esmectita, argila do tipo expansiva, além de plagioclásio e carbonato, o que representa um solo pouco intemperizado, tipo Chernossolo, confirmando os dados químicos.

O siltito da Formação Palermo (4) apresenta mica, feldspato potássico e plagioclásio, além do quartzo e da caulinita e um pouco de esmectita, porém com presença de siderita (0,279nm) (carbonato), o que explica a sua reação mais alcalina. As sequências da Formação Rio Bonito que vão do siltito (6) ao carvão BL (10) apresentam para as rochas finas, além do quartzo e caulinita, feldspato potássico, plagioclásio e um pouco de mica. O arenito acima do carvão BL (9) apresenta quartzo e um pouco de feldspato potássico, indicando um relativamente alto grau de maturidade. A sequência que vai do argilito superior (11) ao carvão BI (14) apresenta picos menos intensos de mica e feldspatos, se distinguindo no caso do argilito superior (11) uma pequena presença de argila expansiva (esmectita). O siltito cinza (15), encontrado abaixo do carvão BI, mostrou apreciável quantidade de carbonatos, calcita e dolomita, e o arenito médio (16) significativa presença de feldspato potássico e plagioclásio, além de um pouco de caulinita, indicando um baixo grau de maturidade, condizente com a sua reação alcalina.

CONCLUSÕES

Os dados do solo, com alta soma e saturação por bases e presença de esmectita, típicos de um Chernossolo, indicam para as equipes de recuperação ambiental a necessidade de se adaptar a uma outra condição de solo, mais fértil em termos químicos, porém com condições físicas mais difíceis de manejar do que o Argissolo normalmente encontrada na área de mineração atual.

Os dados dos materiais das rochas indicam a presença de materiais alcalinos, que poderão vir a neutralizar parte da acidez produzida pela oxidação da pirita nos solos construídos na área da malha VIII, que provavelmente irá ser minerada nas próximas décadas.

AGRADECIMENTOS

À Companhia Riograndense de Mineração pela cessão da sondagem e apoio técnico; à CAPES pela concessão da bolsa de estudo e à UFPel pelo incentivo e estrutura.

REFERÊNCIAS

ABOARRAGE, A. M.; LOPES, R.C. Projeto a Borda Leste da bacia do Paraná: integração geológica e avaliação econômica. Relatório Final. Porto Alegre, DNPM/CPRM, 1986. v.1. 15p.

ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3ed. Brasília: Aneel, 2008. 236p.

BRINDLEY, G.W.; BROWN, G. Crystal structures of clay minerals and their X ray identification. Madison: American Society of Agronomy, 1980. 495 p.

CGTEE. Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica - Eletrobrás CGTEE. Unidade Candiota. Disponível em: <<http://www.cgtee.gov.br/sitenovo/index.php?secao=37>>. Acesso em 12 jun. 2015.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS. 2011. 230p.

KÄMPF, N., SCHNEIDER, P., GIASSON, E. Propriedades, pedogênese e classificação de solos construídos em áreas de mineração na bacia carbonífera do baixo Jacuí (RS). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.21, p.79-88, 1997.

PINTO, L. F. S.; KÄMPF, N. Contaminação dos solos construídos. In: TEIXEIRA, E. C.; PIRES, M. J. R. coord. Meio ambiente e carvão. Impactos da exploração e utilização. Porto Alegre, FINEP/CAPES/PADCT/GTM/PUCRS/UFSC/FEPAM, 2002. p.69-92.

USEPA. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste. Acid mine drainage prediction. Washington, DC. 1994. (Technical Document EPA 530-R,NATIS PB94).

Tabela 1 - Caracterização química dos materiais da coluna geológica do Furo F530, Malha VIII na área de mineração de carvão de Candiota, RS.

Litologia	pH H ₂ O	Complexo trocável								Saturação		P disp. g kg ⁻¹
		Ca	Mg	K	Na	S	Al	H	T	V	Al	
----- cmol _c kg ⁻¹ -----												
1. Solo hz A	5,88	32,80	8,20	0,37	0,74	42,11	0,20	2,66	44,97	93,64	0,48	6,95
2. Solo hz B	7,48	35,64	7,40	0,19	1,09	44,32	0,00	0,00	44,32	100,00	0,00	2,69
3. Solo hz C	7,99	14,69	3,07	0,13	0,42	18,31	0,00	0,00	18,31	100,00	0,00	9,36
4. Arenito Palermo	7,95	4,76	1,76	0,23	0,34	7,09	0,00	0,00	7,09	100,00	0,00	36,73
5. Folhelho carbon.	2,79	14,40	4,65	0,10	0,48	19,63	10,72	3,51	33,85	57,98	35,32	6,74
6. Carvão S5	5,32	16,37	4,49	0,24	1,18	22,28	3,49	2,59	28,37	78,55	13,55	4,82
7. Carvão S3	3,69	18,52	4,10	0,10	0,98	23,71	2,92	9,83	36,46	65,01	10,98	4,40
8. Argilito cinza	8,16	17,41	4,32	0,57	1,48	23,79	0,00	0,00	23,79	100,00	0,00	5,53
9. Arenito fino	3,86	0,75	0,14	0,01	0,00	0,91	0,69	0,00	1,60	56,90	43,10	0,50
10. Carvão BL	5,78	20,78	4,42	0,17	0,55	25,92	0,12	4,94	30,98	83,67	0,47	8,23
11. Argilito superior	5,82	22,75	6,25	0,51	0,54	30,05	0,16	0,35	30,56	98,32	0,54	4,40
12. Carvão BS	4,70	15,15	2,97	0,33	0,66	19,12	1,58	5,53	26,23	72,88	7,65	2,34
13. Argilito intermed.	4,55	15,85	4,01	0,51	0,42	20,79	0,93	1,19	22,91	90,72	4,30	3,19
14. Carvão BI	6,10	15,38	2,62	0,30	0,53	18,83	0,24	4,89	23,97	78,58	1,28	8,01
15. Siltito cinza	7,93	8,76	1,07	0,13	0,09	10,05	0,00	0,00	10,05	100,00	0,00	0,50
16. Arenito médio	6,64	14,51	1,00	0,02	0,00	15,54	0,20	0,53	16,27	95,49	1,29	5,25

S = soma de bases, T = capacidade de troca de cátions, V = saturação por bases

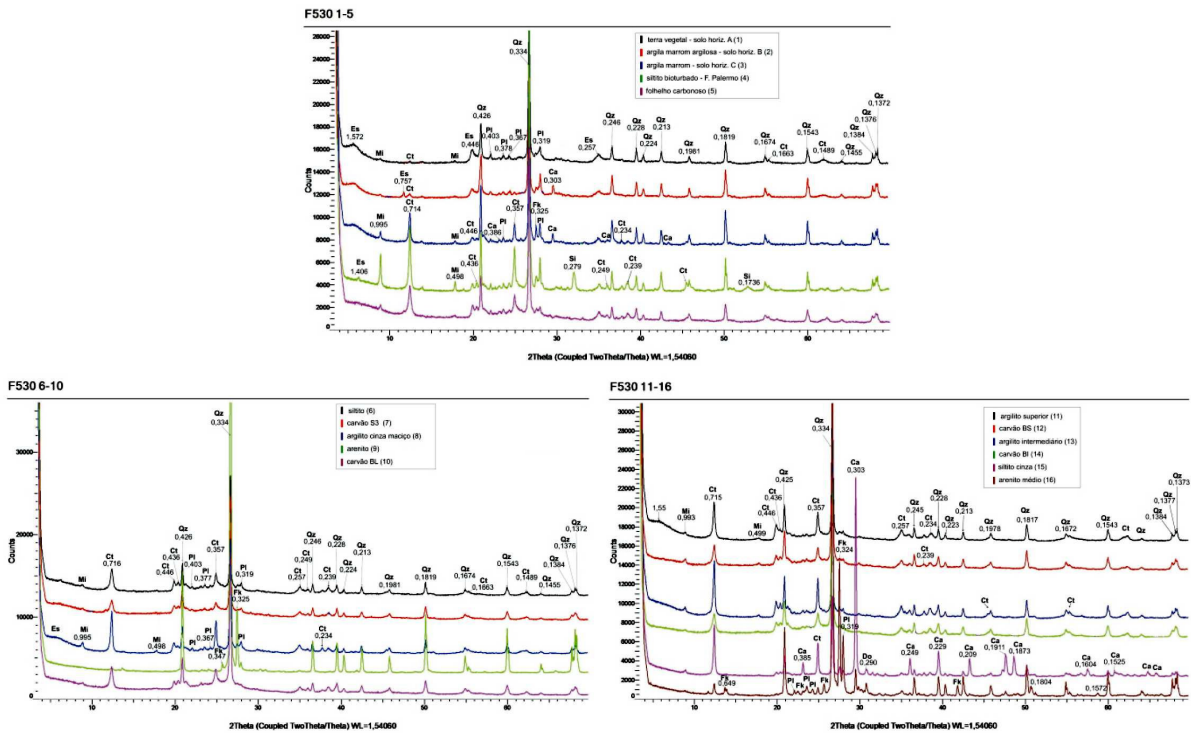


Figura 2 – Difratomogramas dos materiais da coluna geológica do furo de sondagem F-530. Espaçamentos "d" em nm; Ct = caulinita, Es = esmectita, Qz = quartzo, Mi = mica, Fk = feldspato potássico, Pl = plagioclásio, Py = pirita, Ca = calcita, Do = dolomita, Si = siderita.