

# SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

Nota

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE ÁREAS MINERADAS PELA EXTRAÇÃO DE CASSITERITA <sup>(1)</sup>

REGINA MÁRCIA LONGO <sup>(2)</sup>; ADMILSON ÍRIO RIBEIRO <sup>(3)</sup>; WANDERLEY JOSÉ DE MELO <sup>(4)</sup>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar as diferenças ocorridas, após a atividade da mineração de cassiterita, em uma área de floresta amazônica. As amostras foram coletadas, superficialmente, em área de mineração de cassiterita na Floresta Nacional do Jamari (RO), ao longo de uma linha compreendendo: floresta, capoeira, piso de lavra, área de deposição de rejeito seco e área de deposição de rejeito úmido. Em cada situação descrita foram coletadas cinco amostras, que serviram como repetição, totalizando 25. Nas amostras coletadas foram realizadas análises físicas e químicas. O processo de extração de cassiterita promoveu alterações significativas nos atributos dos solos estudados. A matéria orgânica, o fósforo disponível, a densidade de partículas e a resistência à penetração foram os mais alterados pelo processo de supressão da vegetação original e extração do minério.

**Palavras-chaves:** área degradada, recuperação, solo, mineração

### ABSTRACT

#### PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE SUBSTRATUM OF DEGRADED AREAS BY TIN MINING

The present work had as objective to evaluate the differences in the substratum after tin mining in an area of amazon forest. The samples were collected, superficially, in an area of tin mining in the National Forest of Jamari, State of Rondonia, along a transect with: forest, forest regrowth, mining floor, dry tailing and moist tailing. In each situation 5 samples were collected, considered replicates, in a total of 25 samples. In the collected samples, physical and chemical analyses were accomplished. The obtained results allowed concluding that the process of tin extraction promoted significant alterations in the properties of the studied soils. Organic matter and P contents, bulk and particle density and resistance to penetration were the most affected by the processes of suppression of the original vegetation and tin extraction.

**Key words:** degraded area, recovery, soil, mining

---

<sup>(1)</sup> Parte do Projeto Temático financiado pela FAPESP. Recebido para publicação em 20 de agosto de 2003 e aceito em 30 de agosto de 2004.

<sup>(2)</sup> Pós-doutoranda - UNESP/Jaboticabal. Estrada da Rhodia, 5555 cs 91, B.Geraldo, Campinas (SP). E-mail: rmlongo@uol.com.br

<sup>(3)</sup> FEAGRI/UNICAMP, Caixa Postal 6011, Campinas (SP).

<sup>(4)</sup> Departamento de Tecnologia, FCAV/UNESP, Via de acesso Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal (SP).

## Introdução

A mineração de superfície é, em geral, uma atividade que pode provocar degradação ambiental bastante intensa, com forte efeito perturbador na paisagem, pois requer a remoção da vegetação, do solo e das rochas que estejam acima dos depósitos minerais (FONTES, 1991).

A extração de cassiterita, feita a céu aberto, emprega um processo de lavra quase que totalmente mecânico, utilizando-se vários equipamentos, cujo tráfego altera sensivelmente os atributos do solo que vai ser minerado. No entanto, essas alterações não decorrem somente do tráfego intenso de máquinas e equipamentos, mas de todas as operações que antecedem ou sucedem a retirada do minério. Assim, os impactos diretos no solo e no subsolo também são causados pelas escavações, pelos depósitos de materiais estéreis e rejeitos, pelas estradas de acesso, pela imposição de superfícies diferentes do relevo original, tal como a eliminação de picos e serras.

Uma ocupação em larga escala, descontrolada e indiscriminada em áreas de floresta, como a Amazônica pode causar conseqüências ecológicas definitivas, como destruição de bancos genéticos, degradação dos solos, alterações climáticas e dos ciclos hidrológicos, dentre outras. Sendo o Brasil um País em desenvolvimento, é evidente que a exploração de suas jazidas minerais torna-se necessária, a fim de promover incrementos econômicos. Uma exploração controlada e racional dos minérios da região Amazônica torna-se aceitável, desde que as áreas degradadas sejam adequadamente recuperadas.

Esse trabalho serve de subsídio para futuras atividades de recuperação dessas áreas, uma vez que o conhecimento do solo/substrato onde as essas obras serão realizadas é fundamental para o sucesso do empreendimento. São poucos os trabalhos que relatam as alterações ocorridas em solos tropicais pela mineração na literatura nacional. Assim, o objetivo principal deste trabalho é avaliar os atributos físicos e químicos de solos e substratos ao longo de uma linha, constando de floresta, capoeira, piso de lavra, área de depósito de rejeito seco e área de depósito de rejeito úmido, apontando as diferenças ocorridas após a atividade de mineração de cassiterita em área de floresta amazônica.

## Material e métodos

As amostras de solo foram coletadas na Floresta Nacional (FLONA) do Jamari, administrada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos

Minerais Renováveis – IBAMA, situada a 90 km da cidade de Porto Velho (RO), no município de Itapuã d'Oeste. Apresenta uma área aproximada de 225.000 ha, da qual 90% estão cobertas por floresta tropical aberta (RADAMBRASIL, 1978).

Nas cercanias da área selecionada para estudo predominam Latossolo Vermelho-Amarelo distroférico e Latossolo Amarelo distroférico (FRANÇA, 1991 e EMBRAPA, 1999), sendo a amostragem realizada em Latossolo Vermelho-Amarelo, conforme levantamento realizado anteriormente.

O clima da região é quente e úmido, com temperaturas médias de 24 °C, apresentando uma precipitação pluvial anual de 2.550 mm, com a máxima de dezembro a março. A umidade relativa fica em torno de 80% a 85%, havendo uma estação seca bem definida, com seu período mais crítico de julho a agosto.

Pelo mapa geológico (MELO et al., 1978), verifica-se para as cercanias da área de trabalho a presença de materiais do cenozóico (Terciário-Quaternário) cuja litoestatigrafia é representada pela Formação Solimões, com as seguintes litologias: arenitos, siltitos, argilitos interdigitados, conglomerados ocasionais, lentes e veios gipsíferos e calcíferos, linhitos e colúvios. No local de amostragem, o material de cobertura do solo é argiloso, acompanhado de grande quantidade de concreções ferruginosas. Geomorfologicamente, faz parte da "Planície Amazônica" (MELO et al., 1978), composta por três subunidades, em função dos níveis topográficos existentes e de suas peculiaridades – fisionomia do relevo – sendo de interesse, sobretudo, a faixa de transição entre a Superfície Pediplanada e as Áreas Dissecadas.

Desde o início da década de 70, vem sendo explorada cassiterita na FLONA do Jamari; essas atividades têm criado áreas degradadas cuja recuperação vem sendo tentada. As áreas perturbadas possuem superfícies que variam entre 5 e 60 ha.

Nas áreas de mineração da CESBRA, os locais de deposição de rejeito seco e alagado e as áreas denominadas de piso de lavra ocupam a maior porcentagem das áreas degradadas, necessitando assim, de atenção bastante especial.

As amostras foram coletadas com o auxílio de um trado, na área denominada Serra da Onça, coordenadas UTM, zona 20, 496.721E e 8.987.202N, ao longo de uma linha, compreendendo floresta, capoeira, piso de lavra, área de deposição de rejeito seco e área de deposição de rejeito arenoso. As amostras foram coletadas superficialmente na camada de 0-20 cm, em intervalos regulares de 20 metros.

As análises granulométrica, pelo método da pipeta, densidade de solo, usando o anel volumétrico e densidade de partículas, pelo método do balão volumétrico (KIEHL, 1979) foram realizadas no Laboratório de Solos da Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP, e as análises relativas à fertilidade, no Laboratório de solos da UNESP, campus de Jaboticabal.

Para as análises químicas, as amostras foram retiradas com o auxílio de um trado e analisadas para pH ( $\text{CaCl}_2$ ); teor de matéria orgânica, fósforo disponível (P) e os teores de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e teor de alumínio (Al) extraído. Os valores da capacidade de troca de cátions (T) e saturação por bases (V%), foram obtidos por cálculo, conforme RAU et al. (1991). As curvas de resistência à penetração foram tomadas diretamente no campo, utilizando-se um penetrômetro mecânico nas diferentes situações estudadas.

As cinco repetições de cada situação estudada foram comparadas pela análise de variância, enquanto a comparação de médias foi feita pelo teste F a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Para discutir a fertilidade do solo, utilizaram-se os níveis adotados por AMARAL e SOUZA (1997), citados entre parênteses. Os valores medidos do pH em  $\text{CaCl}_2$  variaram de 3,7 a 4,8 (Tabela 1), mostrando ácidos em todas as situações estudadas ( $\leq 5$ ), porém com diferenças significativas entre o solo de mata, que apresentou maior acidez, seguido pela capoeira e pelas diferentes situações degradadas, que não diferiram significativamente entre si. Segundo SMYTH (1996), a predominância de solos ácidos em terra

firme, coloca a acidez e a toxidez de alumínio entre as mais frequentes restrições em solos da Amazônia. Provavelmente, a matéria orgânica existente no solo de mata e capoeira levou a um pH mais baixo nessas situações. LONGO (1999) observou valores de pH reduzido em solo de Floresta em Rondônia, quando comparado a solos de pastagem sob mesma condição. Nas áreas mineradas, os processos envolvidos na extração do minério, lavagem e separação do material, levaram a um pH levemente maior ao do encontrado na mata, porém ainda ácido, necessitando de adequada correção recuperar essas áreas.

Os teores médios de matéria orgânica (Tabela 1), como era de se esperar, apresentaram valores bastante maiores na mata e capoeira em relação às demais situações, em virtude do próprio processo de extração do minério que envolve a supressão da vegetação original, lavagem e separação do material coletado. LONGO et al. (2000), em estudo de áreas de floresta próximas a Porto Velho seguida pela introdução de pastagem, observaram uma queda gradual nos teores de C orgânico e N total da mata para a capoeira, concordando com os resultados de MORAES (1991); esse autor observou que, de modo geral, os teores de matéria orgânica foram bastante vulneráveis ao cultivo por estar concentrados na camada superficial do solo.

Poucos resultados foram encontrados em áreas de mineração, sendo mais comuns estudos desse tipo serem efetuados em áreas agrícolas. Porém, a deficiência em matéria orgânica é uma característica que deverá ser trabalhada durante a recuperação desses substratos degradados, ou pelo plantio de adubos verdes, ou pela aplicação de compostos orgânicos, comuns à região, ou mesmo adição de serrapilheira, quando possível. Tais práticas poderão dar melhores condições para o estabelecimento da vegetação arbórea a ser implantada.

**Tabela 1.** Resultados médios das propriedades químicas em cinco tipos de situações degradadas pela mineração de cassiterita na FLONA do Jamari (RO)

Situações	pH	MO <sup>(1)</sup> g kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Ca cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Mg cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	H+Al mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	SB <sup>(2)</sup> mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T <sup>(3)</sup>	V <sup>(4)</sup> %
Mata	3,8a	320a	4,9a	0,83ab	5,1a	1,8a	80,9a	7,7a	93,9a	8,1a
Capoeira	4,1b	280,6a	3,9a	1,06a	9,5a	3,4a	67,7b	13,9a	76,7b	17,7ab
Piso de lavra	4,4c	20,4b	1b	0,38b	4,4a	1a	20,4c	5,8a	26,2c	28,2b
Rejeito seco	4,6c	30b	1,8c	0,38b	4,4a	1a	14,6c	5,8a	20,4c	21,6ab
Rejeito úmido	4,4c	50b	1,6c	0,38b	2,8a	1a	16,8c	4,3a	21,1c	20,4ab

(<sup>1</sup>) MO = matéria orgânica. (<sup>2</sup>) SB = soma de bases. (<sup>3</sup>) T = capacidade de troca catiônica. (<sup>4</sup>) V = saturação por bases. Na mesma coluna, as médias que apresentam a mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os teores de fósforo disponível podem ser considerados baixos em todas as situações estudadas ( $<10 \text{ mg dm}^{-3}$ ), sendo os maiores teores encontrados na mata e capoeira. Segundo FALES (1976), o P disponível na camada superficial do solo reduz drasticamente com o tempo, após o estabelecimento de atividades agrícolas, como a pastagem.

A mineração, mesmo se tratando de uma atividade bastante diferente da atividade agrícola, requer a supressão da vegetação e da camada superficial do solo original, podendo promover sensível diminuição nos teores de fósforo na camada superficial do solo/substrato a ser recuperado, uma vez que o P-orgânico está associado à presença da matéria orgânica. Os teores médios de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) (Tabela 1) não diferiram entre as situações estudadas. O potássio ( $\text{K}^+$ ) apresentou diferenças significativas sendo os maiores valores encontrados na mata e na capoeira, porém nas situações degradadas os valores não diferiram entre si.

Em relação à porcentagem de saturação por bases (V%) e à soma de bases, pode-se observar que praticamente não houve diferenças significativas. Os valores de T foram elevados para o solo de mata e

capoeira, e esse valor pode ser influenciado pelos elevados valores de H+Al, também elevados na mata e capoeira, caindo drasticamente ao passar para áreas degradadas, que não diferiram entre si.

Em relação à porcentagem de areia, silte e argila (Tabela 2), pelos resultados, verificam-se diferenças significativas entre as situações estudadas. No solo sob mata e capoeira, os teores de areia e argila foram muito similares havendo leve predominância da primeira fração. Já nas demais situações, observou-se nítida diferença textural entre as áreas de deposição de rejeito, que se apresentam bastante arenosos. Tais diferenças implicam alterações na movimentação de água no solo, na suscetibilidade à erosão, na penetração de raízes, na absorção de nutrientes, e na mecanização que devem ser consideradas nos programas de recuperação dessas áreas.

ESPÍNDOLA et al. (2000) observaram grande variação textural, em terrenos degradados pela extração de cassiterita em Rondônia, no sentido da "corrida do rejeito", sendo mais arenoso na cabeceira e mais argiloso nas áreas de baixada, em virtude de sua posição topográfica, com diferenças inclusive dentro das áreas de deposição de rejeito.

**Tabela 2.** Resultados médios das propriedades físicas em cinco tipos de situações degradadas pela mineração de cassiterita na FLONA do Jamari (RO)

Situações	Características				
	Areia	Silte	Argila	Ds <sup>(1)</sup>	Dp <sup>(2)</sup>
	g kg <sup>-1</sup>			g.cm <sup>-3</sup>	
Mata	420,9a	230,5a	390,8a	1,05a	2,50 <sup>a</sup>
Capoeira	390,1ab	190,8ab	380,7a	1,15a	2,52 <sup>a</sup>
Piso de lavra	260,8a	140,4bc	580,8b	1,47b	2,61b
Rejeito seco	720,6c	110,6c	150,8c	1,33ac	2,67c
Rejeito úmido	660,8c	140,8c	180,4c	1,12c	2,67c

(<sup>1</sup>) Ds = Densidade do solo. (<sup>2</sup>) Dp = Densidade de partícula. Na mesma coluna, as médias que apresentam a mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os valores médios de densidade do solo (Ds) variaram de 1,05 a 1,47 g.cm<sup>-3</sup> enquanto os de densidade de partículas (Dp) de 2,50 a 2,67 g.cm<sup>-3</sup>. Como se pode notar na Tabela 2, em ambos os parâmetros houve diferenças significativas entre as situações estudadas, sendo os menores valores encontrados nas amostras coletadas sob mata e capoeira, resultantes, provavelmente, da influência dos altos teores de matéria orgânica observados nessas áreas. ARAÚJO et al. (2004) relacionaram valores de densidade do solo variando de 1,34 a 1,73 kg.dm<sup>-3</sup>

para Argissolo Amarelo distrófico na Amazônica ocidental sob diferentes manejos, sendo os menores valores encontrados na mata.

Em área de piso de lavra, foram observados os maiores valores de densidade do solo (médias em torno de 1,47 g.cm<sup>-3</sup>), devido à grande compactação existente nessa situação. A densidade de partícula nas áreas de deposição de rejeito pode ter sido resultante da influência de teores de cassiterita que ainda possam estar no rejeito e possuem massa elevada.

Na tabela 3, verificam-se os valores, em cada ponto de amostragem, dos parâmetros de solo analisados, revelando que, de forma geral, apresentaram diferenças entre as situações estudadas. De maneira geral, mesmo no solo de mata e na capoeira, houve baixa fertilidade natural, em vista da intensa ação dos processos de intemperismo (PRIMAVERSI, 1987) e nos solos/substratos degradados, pela remoção da vegetação original e do próprio processo de extração do minério.

Diferenças significativas foram observadas para o pH, teores de matéria orgânica, P, K, V%, CTC (T), H+Al, teores de areia, silte e argila; densidade do

solo e de partículas. Segundo Haag (1985), as concentrações de determinados elementos no solo de ecossistemas tropicais são extremamente variáveis, refletindo o material de origem ou o substrato subjacente, a topografia, a pluviosidade, a vegetação e diversos fatores do meio que interagem com o solo, gerando microdiferenças, diversidade na composição das espécies e nos processos biológicos das plantas. Em ecossistemas degradados, essas diferenças são marcantes e influenciam na tomada de decisão em programas de recuperação, e o conhecimento do solo/substrato onde se pretende realizar essas obras é de fundamental importância (FONTES, 1991).

**Tabela 3.** Resultados totais das propriedades físicas e químicas em cinco tipos de situações degradada pela mineração de cassiterita na FLONA do Jamari (RO)

Amostra	Características														
	pH	Mo <sup>(1)</sup>	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	V <sup>(4)</sup>	Ar <sup>(5)</sup>	Sil <sup>(6)</sup>	Arg <sup>(7)</sup>	Ds <sup>(8)</sup>	Dp <sup>(9)</sup>
	CaCl <sub>2</sub>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-1</sup>				%		g.kg <sup>-1</sup>		g cm <sup>-3</sup>	
1	3,7	280	4	0.7	4	1	88	5.7	93.7	6	430	220	340	1.28	2,52
2	3,9	290	3	0.8	3	1	80	4.8	84.8	6	390	230	380	1.02	2,53
3	3,7	240	3	1.5	6	2	80	9.5	89.5	11	400	220	380	1.00	2,50
4	3,7	390	4	0.7	7	2	109	9.7	118.7	8	430	180	390	1.05	2,48
5	3,8	280	4	0.8	9	2	72	10.8	82.8	13	460	200	330	1.32	2,51
6	4,0	460	5	1.3	9	4	88	19.3	107.3	18	420	200	380	1.12	2,51
7	4,8	370	6	1.4	9	9	47	38.4	85.4	45	380	210	370	1.07	2,52
8	4,6	230	3	2.0	10	10	42	33.0	75.0	44	450	160	380	0.85	2,48
9	4,0	260	3	0.9	6	3	58	15.9	73.9	22	440	160	390	1.18	2,50
10	4,5	110	1	1.8	4	2	34	7.8	41.8	19	200	200	500	1.46	2,55
11	4,2	80	1	0.6	3	1	22	4.6	26.6	17	140	160	700	1.35	2,60
12	4,5	40	1	0.4	4	1	20	5.4	25.4	21	150	150	700	1.53	2,61
13	4,3	60	1	0.4	8	1	22	9.4	31.4	30	150	150	700	1.53	2,60
14	4,4	30	1	0.3	4	1	20	5.3	25.3	21	150	130	720	1.53	2,62
15	4,5	40	1	0.2	3	1	18	4.2	22.2	19	750	130	120	1.41	2,61
16	4,6	30	7	0.5	7	1	15	8.5	23.5	36	740	110	150	1.40	2,65
17	4,7	30	11	0.3	3	1	11	4.3	15.3	28	730	120	150	1.48	2,62
18	4,6	30	12	0.4	5	1	16	6.4	22.4	29	750	120	130	1.27	2,67
19	4,5	40	1	0.3	4	1	15	5.3	20.3	26	700	120	180	1.20	2,72
20	4,6	20	8	0.4	3	1	16	4.4	20.4	22	710	110	180	1.29	2,68
21	4,4	30	2	0.7	3	1	15	4.7	19.7	24	650	140	210	1.13	2,65
22	4,5	20	2	0.4	2	1	18	3.4	21.4	16	680	150	170	1.14	2,70
23	4,4	20	2	0.6	3	1	15	4.6	19.6	23	710	140	150	1.16	2,72
24	4,4	20	1	0.3	4	1	18	5.3	23.3	23	650	160	190	1.13	2,69
25	4,5	30	1	0.4	2	1	18	3.4	21.4	16	650	150	200	1.04	2,68

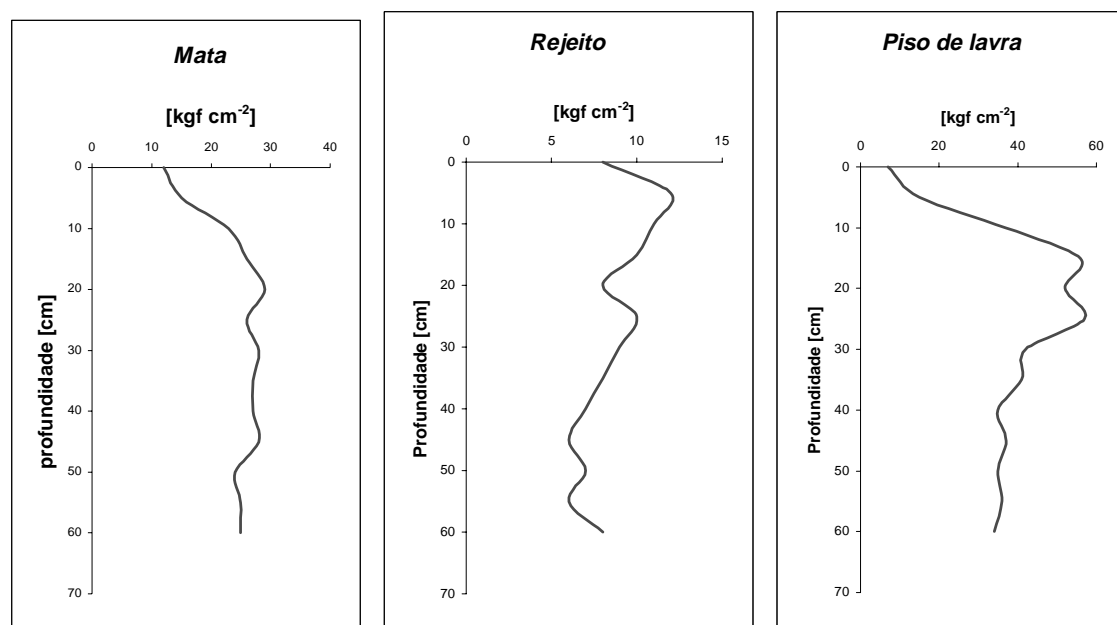
(<sup>1</sup>) Mo = matéria orgânica. (<sup>2</sup>) SB = soma de bases. (<sup>3</sup>) T = capacidade de troca catiônica. (<sup>4</sup>) V = saturação por bases. (<sup>5</sup>) Ar = areia. (<sup>6</sup>) Sil = silte. (<sup>7</sup>) Arg = argila. (<sup>8</sup>) Ds = Densidade do solo. (<sup>9</sup>) Dp = Densidade de partícula.

**Tabela 4.** Umidade local , média da resistência à penetração e coeficiente de variação

Amostra	Tamanho	Profun-didade	Umidade	Resistência à Penetração	Coeficiente de Variação
	n	cm	%	Kgf cm <sup>-2</sup>	%
Mata	20	0-10	27	16	54,6
	20	10-20	32	27	61,4
Lavra (Serra da Onça)	20	0-10	26	20	78,9
	20	10-20	28	55	65,2
Rejeito (Serra da Onça)	20	0-10	28	10,3	34,8

Pela tabela 4 verifica-se a umidade no instante do ensaio de penetração do solo/substrato e o coeficiente de variação das amostras coletadas. As curvas de caracterização da resistência mecânica à penetração nos solos/substratos de cada área podem ser visualizadas na Figura 1. Nela observa-se uma camada compactada na profundidade de 10 a 35 cm no piso de lavra, o qual compromete a instalação de

vegetação futura (Ribeiro et al., 2003). Na mata verificam-se, também, valores de resistência à penetração superior ao rejeito, dada sua condição de ambiente de equilíbrio e estruturação do solo sob a vegetação. A baixa resistência mecânica a penetração no rejeito arenoso está associada a sua ausência de estruturação e sua disposição tipo aluvial (ESPÍNDOLA et al., 2000).

**Figura 1.** Curvas de resistência mecânica à penetração nos diferentes solos/substratos.

## Referências

AMARAL, E.F.; SOUZA, A. N. Avaliação da fertilidade do solo no sudeste acreano: o caso PED/MMA no município de Senador Guiomard. Rio Branco: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. 32p.

ARAÚJO, E.A.; LANI, J.L.; AMARAL, E.F. GUERRA, A. Uso da terra e propriedades físicas e químicas de argissolo amarelo distrófico na Amazônia ocidental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, p.307-315, 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação/Rio de Janeiro, 1999. 412p.

ESPÍNDOLA, C.R., MELO, W.J., LONGO, R.M. Forest and soil degradation by tin mining. In: *MANAGING FOREST SOILS FOR SUSTAINABLE PRODUCTIVITY, 2000?* Vila Real, Portugal. *Anais...* (local de publicação:quem publicou?), 2000. p. 215-214..

FALESI, I.C. **Ecosistemas de pastagens cultivadas na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa/CPATU, 1976. 193p. (Boletim Técnico1).

- FEARNIDE, P.M. Agricultura na Amazônia: tipos de agricultura, padrão e tendências. Cadernos NAEA, Belém, v.10, p.197-252, 1989. (Não encontrei no texto)
- FEARNIDE, P.M. **Amazônia: a fronteira agrícola 20 anos depois**. Belém: Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. 363p. (Não encontrei no texto)
- FONTES, M.P.F. **Estudo pedológico reduz impacto da mineração**. Revista da Cetesb de Tecnologia AMBIENTE, São Paulo, p. 58-61, 1991.
- FRANÇA, J.T. **Estudos da sucessão secundária em áreas contíguas a mineração de cassiterita na Floresta Nacional do Jamari-RO**. 1991. 169f. Dissertação (Mestrado), ESALQ/USP, Piracicaba.
- HAAG, H.P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Fundação Cargill: Campinas, 1985. 162p.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: relação solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979, 262p.
- LISBOA, P.L.B. **Estudo florístico da vegetação arbórea de uma floresta secundária em Rondônia**. Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, v.5, n.2, p.145-162. 1989. (sér. Bot.).
- LONGO, R.M. **Modificações em parâmetros físicos e químicos de latossolos argilosos decorrentes da substituição da floresta amazônica e do cerrado por pastagens**. 100f. 1999. Tese (Doutorado) - FEAGRI/UNICAMP, Campinas.
- LONGO, R.M.; ESPÍNDOLA, C.R. Alterações em características químicas de solos da região amazônica pela introdução de pastagens. **Acta Amazônica**, Manaus, v.30, n.1, p.71-80, 2000.
- MELO, D.P.; da COSTA R.C.R.; NATALI FILHO, T.N. Geomorfologia. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SC 20 Porto Velho, Rio de Janeiro, 1978. (Levantamento de Recursos Naturais, 16).
- MORAES, J.F.L. **Conteúdo de Carbono e Nitrogênio e tipologia nos solos da Bacia Amazônica**. 84f. 1991. Dissertação (Mestrado), CENA/USP, Piracicaba.
- PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 1987. 541p.
- RADAMBRASIL. Folha SC-20. Porto Velho. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1978. 661p. (Levantamento de Recursos Naturais, 16).
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. FURLANI, A.M.C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 285p.
- RIBEIRO, A. I; LONGO, R. M.; MACIEL, A. J. S.; OLIVEIRA, C. A. A. **Escarificação de áreas degradadas por mineração de cassiterita usando um conjunto trator-ríper: mobilização e análise operacional**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, Ribeirão Preto, 2003. **Anais...**(CD room).
- SALOMÃO, R.P, LISBOA, P.L.B. Análise ecológica da vegetação de uma floresta pluvial tropical de terra firme, Rondônia. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém/PA, v. 4, n.2, p. 195-233, 1988. (Ser. Bot.) (Não encontrei no texto)
- SILVA et al. Vegetação. In: Projeto RADAMBRASIL. Folha SC 20. Porto Velho. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1978. (Levantamento de Recursos Naturais, 16). (Não encontrei no texto)
- SMYTH, T.J. Manejo da fertilidade do solo para introdução sustentada de cultivos na Amazônia. In: O SOLO nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e desenvolvimento sustentado. Viçosa: Sociedade Brasileira. de Ciência do Solo, 1996. p.71-93.