

PRODUÇÃO OPERACIONAL DE EQUIPAMENTOS NA RECOMPOSIÇÃO TOPOGRÁFICA DE ÁREAS DEGRADADAS POR EXPLORAÇÃO MINERAL NA FLORESTA NACIONAL DO JAMARI, ESTADO DE RONDONIA, BRASIL

Adimilson I. Ribeiro¹; Regina Márcia Longo²; Antonio José da Silva Maciel³; Wanderley José de Mello⁴

RESUMO

A recomposição topográfica de superfícies compreende a etapa inicial para implementação de programas de recuperação de áreas degradadas. Neste campo, estudos ainda são incipientes, pois formas geológicas associadas à paisagem não são possíveis de serem refeitas. Áreas de piso de lavra normalmente são bastante desfiguradas e compactadas, fato este associado ao tráfego intenso do maquinário de mineração e ao processo de exploração mineral. Desta maneira, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a produção operacional de diferentes equipamentos na recomposição topográfica de áreas de piso de lavra na Floresta Nacional do Jamari, Estado de Rondônia, Brasil. Por meio de um conjunto trator-lâmina equipado com ríper, avaliaram-se as seguintes operações: aplainamento/abaulamento do terreno, terraceamento e escarificação. Estas operações se caracterizam pelo suporte básico no estágio inicial do procedimento de revegetação, em que se procura minimizar o processo erosivo local, permitindo a implantação de estratégias de recuperação, bem como um bom desenvolvimento das espécies selecionadas. A produção operacional dos equipamentos analisados para recomposição topográfica apresentou alto desempenho em piso de lavra, sendo o seu uso relevante para a recuperação das condições iniciais das propriedades físicas do solo/substrato. No entanto, alto desempenho operacional não pode ser considerado como o único fator técnico de seleção do maquinário no momento da mecanização de um solo degradado. Nota-se que a qualidade final do trabalho executado e a interação solo-planta podem ser decisivos na adoção e desempenho das máquinas e técnicas de recuperação a serem adotadas.

Palavras chaves: recuperação, equipamentos, área degradada.

OPERATIONAL PRODUCTION OF EQUIPMENTS IN THE TOPOGRAPHIC RECONSTRUCTION OF DEGRADED AREAS FOR MINERAL EXPLORATION IN THE NATIONAL FOREST OF JAMARI, STATE OF RONDONIA, BRASIL

ABSTRACT

The topographic reconstruction of surfaces is the initial stage in a recovery's programs of degraded areas. Few studies exist in this knowledge area because geology forms associated to the landscape are not possible of be re-done. Areas of mine pit are usually quite irregular and compacted, this fact is associated with the intense traffic of machines in the mineral exploration. The present work had for objective evaluate the operational production of different equipments in the topographic reconstruction of degraded areas in the National Forest of Jamari, State of Rondonia, Brazil, by means of a conjoint tractor-blade equipped with ríper, it was evaluated to following operations: leveling of the land, construction and terraces and subsoiling. The operational production of the equipments analyzed for topographic reconstruction presented high acting in mine pit, and the use of the studied equipments showed important for the recovery of the initial conditions of the physical properties of the soil. However, high operational acting, it cannot be considered as the only technical factor of selection of machines in the moment of the mechanization of a degraded soil, other factors as: the final quality of the executed work and the interaction soil-plant can be decisive in the adoption and acting of the machines and recovery techniques.

Key words: recovery, equipments, degraded area

Artigo recebido em outubro de 2003 e aceito para publicação em dezembro de 2003.

¹Professor Assistente, Escola de Agronomia UFG - Campus Jataí, doutorando FEAGRI - UNICAMP, e-mail:adimilson@agr.unicamp.br

²Pós-doutoranda, UNESP - Campus Jaboticabal.

³Professor, Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI/UNICAMP.

⁴Professor Titular, UNESP - Campus Jaboticabal.

INTRODUÇÃO

A mineração ou exploração mineral é uma atividade indispensável para a sociedade moderna, dada a importância que os bens minerais e derivados assumiram na economia mundial que, de uma forma geral, vão desde as necessidades básicas como habitação, agricultura, transporte e saneamento às mais sofisticadas, como tecnologia de ponta nas áreas de comunicação e informática (Banco do Nordeste, 1999).

No entanto, a utilização dos recursos naturais implica diretamente na manipulação de ambientes naturais da superfície terrestre. Estas provocam grandes modificações no meio, tendo um forte efeito perturbador na paisagem, pois requer a remoção da vegetação, do solo e das rochas que estejam acima dos depósitos minerais (Bell, 1996).

A recomposição topográfica de superfícies degradadas compreende a etapa inicial de suporte, para a implementação das técnicas de recuperação relativas à revegetação ou outro uso. Neste campo, os estudos ainda são incipientes, pois formas geológicas associadas à paisagem não são possíveis de serem refeitas.

De acordo com Bitar & Braga (1995), existem três grandes conjuntos de alternativas aplicadas à recuperação de áreas degradadas, os quais podem ser distinguidos em função da predominância do campo de conhecimento científico que os fundamentam: revegetação, geotecnologias e remediação. Estas alternativas possuem como meta à estabilidade biológica, física e química do ambiente degradado e são aplicadas de maneira combinada.

Toy (1998) descreve alguns fundamentos da etapa de recomposição topográfica para os Estados Unidos da América, definindo a importância da reconstrução das formas de comprimentos de rampa (declividade), canais escoadouros e da drenagem básica da nova superfície local. O autor também descreve que, quando estes princípios básicos são aplicados em condições ambientais diferentes, técnicas específicas locais devem ser desenvolvidas, pois cada país possui condições geológicas e mesológicas diferentes.

A recomposição topográfica no Brasil, de acordo com Bitar (1992), pode ser entendida, basicamente, como a realização de terraplenagem simples, redesenhando superfícies topográficas irregulares existentes em áreas recém mineradas. O autor relata que a recomposição topográfica pode ser executada com auxílio de máquinas e equipamentos no âmbito da mina. Além disso, quase sempre a confecção das novas superfícies é muito diferente daquelas existentes antes da exploração.

Mesmo sendo um fator importante na recuperação de áreas degradadas, poucas publicações no país relatam a viabilidade da

mecanização e sua importância no processo. Nesse sentido, por meio do presente trabalho, avaliou-se a produção operacional de um conjunto trator-lâmina equipado com ríper, para seguintes operações: aplainamento/abaulamento do terreno, terraceamento e escarificação. Estas operações se caracterizam pelo suporte básico no estágio inicial do procedimento de revegetação, quando se procura minimizar o processo erosivo local, permitindo a implantação de estratégias de recuperação, bem como um bom desenvolvimento das espécies selecionadas.

MATERIAL E MÉTODOS

A Floresta Nacional do Jamari dista cerca de 110 km de Porto Velho, Estado de Rondônia, Brasil. Ela se situa ao lado da Rodovia BR-364, de ligação a Cuiabá, Estado do Mato Grosso. Esta área é administrada pelo IBAMA e abrange uma área de aproximadamente 228.000 ha, em que cerca de 90% são de domínio da Floresta Tropical Aberta e o restante de Floresta Tropical Densa (Radambrasil, 1978).

Os solos são, na quase totalidade, argilosos e ácidos, com elevados teores de alumínio trocável (álidos). Apresentam horizontes A escurecidos pela matéria orgânica, a qual lhes confere tons brunados, sobrepostos a um horizonte B vermelho-amarelado muito espesso, com estrutura microgranular e alta porosidade, típicos da categoria B latossólico (Bw). Assim, esses solos correspondem aos Latossolos da classificação brasileira (Embrapa, 1999), usualmente representados pelas unidades Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo (França, 1991). Pelo sistema mundial da Fao Unesco (1988), correspondem aos Ferralsols, ou ainda aos Oxisols da classificação norte americana. (Soil Taxonomy, 1975)

O clima desse setor é quente e úmido, característico da região amazônica, porém o total anual de chuvas concentra-se no período de dezembro a março, a despeito das pequenas variações anuais da temperatura. Ocorre, assim, um longo período de estiagem (abril a novembro), responsável por altos valores de evaporação ou evapotranspiração. Os mapas de geologia do Radambrasil (1983) assinalam para essa área materiais de cobertura argilosos, do Cenozóico (Formação Solimões), sendo frequente a presença de concreções ferruginosas.

Desde o início da década de 70, a mineração Jacundá, uma empresa do grupo CESBRA, integrante do grupo BRASCAN (Canadense), vem explorando cassiterita na FLONA do Jamari. Estas atividades têm criado áreas degradadas, cuja recuperação vêm hoje sendo tentada. As áreas

perturbadas possuem superfícies que variam de 5 a 60 ha e entre cada área de mineração e mata são mantidas faixas, com mais ou menos 70 metros de largura, como “segurança” (França, 1991).

O presente experimento foi instalado em 12

ha de piso de lavra, na área denominada de Serra da Onça, com as características físicas do solo apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas do solo/substrato piso de lavra

Amostra	Prof.	Areia	Silte	Argila	D. solo	D. partícula
	(cm)	— — —	(%)	— — —	— — —	(g.dm ⁻³) — — —
(Serra da Onça)	0-10	15	17	68	1,53	2,60
	10-20	18	15	67	1,62	2,60

Prof.: profundidade, Areia: teor de areia; Silte: teor de silte; Argila: teor de argila; D. solo: densidade do solo; D. partícula: densidade de partículas.

2.1. Equipamentos e operações executadas

Avaliou-se a produção operacional dos seguintes equipamentos apresentados na Tabela 2

Tabela 2. Equipamentos testados na recomposição topográfica do piso de lavra

TRATOR	EQUIPAMENTO	MODELO	OPERAÇÃO
D6D	Lâmina reta Tiltadozer	6S reta Cat	abaulamento
D6D	Lâmina reta Tiltadozer	6S reta Cat	terraceamento
D6D	Ríper	Nº 6 Paral. Cat	escarificação

As operações realizadas são detalhadas a seguir:

a) Abaulamento/aplainamento: operação que consiste em minimizar a macro-rugosidade da superfície local a fim de facilitar o plantio de espécies, não levando em consideração um nível pré-determinado.

b) Terraceamento: operação de construção de terraços de maneira a minimizar o escoamento superficial.

c) Escarificação: quebra de camadas compactadas do substrato a uma profundidade até 35 a 40 cm.

$$R = \frac{Q_L \cdot f \cdot E \cdot 60}{T}$$

em que, R – produção operacional de lâminas Tiltadozer [m³ h⁻¹]; Q_L - capacidade da lâmina [m³]; f – fator de conversão [relação de densidades]; E - fator de eficiência [t/t]; T – tempo para o equipamento realizar um ciclo [min].

b) Terraceamento

$$R = \frac{D}{\sum \frac{p \cdot dm}{V \cdot E}}$$

2.2. Produção operacional dos equipamentos

A produção operacional dos equipamentos foi analisada, para cada operação realizada, por meio das seguintes expressões:

a) Abaulamento

em que, R - produção operacional de lâminas Tiltadozer [m h⁻¹]; D – comprimento do terraço [m]; p – número de passadas para completar a operação; dm – distância média percorrida em cada passada [m]; E - fator de eficiência [t t⁻¹]; V – velocidade média em cada passada [m h⁻¹]

c) Escarificação

$$Cte = \frac{L.V.f}{10000}$$

em que, Cte – produção operacional [ha h⁻¹]; L – largura de corte da operação [m]; f – coeficiente de eficiência; V – velocidade de deslocamento do conjunto [m h⁻¹].

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os diferentes processos e atividades, antropogênicas ou não, que conduzem à degradação de um solo, resultam em substratos com características que decorrem, principalmente, do tipo e da composição da rocha matriz, dos processos de degradação, da forma e do tempo de exposição do material remanescente (Dias, 1998). Em virtude de uma diversidade muito grande de situações, faz-se necessária a classificação inicial do material a ser trabalhado, para que sejam estabelecidas diferentes metas de recuperação. O entendimento dos diferentes substratos gerados, na exploração mineral, auxilia na mecanização da recomposição topográfica, contribuindo para o sucesso da revegetação local.

As observações das diferentes áreas de exploração possibilitaram a caracterização das seguintes situações, passíveis de distintos processos de recuperação:

a) Área não decapeada

Desmatamento sem remoção da camada superficial do solo; estas são mais ricas em nutrientes e matéria orgânica, preservando o banco de sementes, onde a regeneração ocorre naturalmente.

b) Área decapeada

O desmatamento é acompanhado pela remoção de horizontes superficiais do solo, criando impedimentos mecânicos ao sistema radicular, expondo camadas de pequena fertilidade e destruindo o banco de sementes. Pode chegar a expor o substrato geológico, mas sem revolução do material remanescente. Esse material, mal estruturado, está sujeito a secagens e umedecimentos sazonais, podendo criar problemas físicos (contrações-expansões) que dificultam a revegetação.

c) Taludes inclinados

Decorrentes de cortes no terreno e de

declividades acentuadas, os taludes inclinados favorecem os processos erosivos de superfície. Neles, a revegetação também é desfavorecida, notadamente quando estão expostos os horizontes mais profundos do solo (como o C), mal estruturados e sujeitos à fácil remoção. Os taludes das barragens, em geral, são constituídos por material de granulometria mais homogênea, o que facilita a adoção de um único processo de revegetação, de modo diferente ao exigido pelos taludes criados pelos cortes.

d) Piso de lavra

A exploração da cassiterita requer a abertura de cavas, com exposição das encostas e o estabelecimento de bernas, de dimensões variáveis, conforme: o volume e características do minério, o processo de abertura, as vias de acesso à cava e o recalque da água de beneficiamento. Quanto maior a profundidade da cava, maior a exposição de encostas e maior a dimensão das bernas. É freqüente o corte do lençol freático, com a criação de lagoas, por vezes de amplas dimensões, com os bordos totalmente disformes, comprometendo severamente o aspecto estético, em forma, textura, complexidade de materiais em misturas e cor (Souza, 1997).

e) Depósitos de rejeitos

Na lavra a céu aberto sem retorno do material de cobertura original (horizontes superficiais), o que seria desejável, cria-se um substrato remanescente constituído por uma heterogeneia, muito friável nos diferentes pontos da “corrida da lavra” instituída para a deposição de rejeito. A deposição desse material, ao longo da encosta, provoca grande prejuízo ao meio, concorrendo para aniquilar árvores remanescentes situadas em posições das baixadas; com freqüência, revelam problemas de drenagem e riscos de inundações, ou ainda dificuldades para mecanização ou para o próprio suporte físico de uma vegetação.

Efetou-se o presente ensaio em área de piso de lavra, com forte impedimento físico a introdução de um dossel vegetal. Os resultados obtidos com as principais operações realizadas na área encontram-se a seguir descritos:

a) Abaulamento/aplainamento:

Uma parte da área lavrada estava com a superfície altamente irregular, sendo utilizada como depósito de estéril. As irregularidades da superfície e os amontoados de estéril (murundus) são formas potenciais de impacto em superfícies lavradas, pois dificultam as técnicas de plantio local e contribuem para o processo erosivo (Banco do Nordeste, 1999). A operação de abaulamento foi realizada de maneira a suavizar a superfície considerando um futuro plantio na área e permitindo a compensação de volumes de corte e aterro. Por meio da análise de

um diagrama de Bruckner é possível calcular o volume de corte e aterro, porém quando não existe um nível pré-estabelecido esta tarefa se torna mais complexa. Esta operação ofereceu maior dificuldade para a avaliação dos ciclos, dado ao problema de se identificar a seqüência de operações do conjunto trator-lâmina que percorria uma distância média de 72m.

b) Terraceamento

Em decorrência da própria característica do piso de lavra efetuou-se a escarificação local, rompendo as camadas mais compactadas de maneira melhorar o desempenho de conjunto trator-lâmina. Os terraços foram construídos de forma 'embutida' tipo comum. A operação foi efetuada com fator de eficiência operacional baixo, quando comparado com o terraceamento agrícola citado por Peche (1989). Essa característica está relacionada com a irregularidade da própria área. Os terraços foram construídos de tamanho variado, porém, para a avaliação, considerou-se as distâncias médias de 90 m. Um cuidado importante, na construção de

terraços em áreas de piso de lavra, está na característica do próprio terraço em se tornar um obstáculo para a chegada natural da mata periférica. Nesse caso, torna-se importante um planejamento antes e pós terraceamento.

c) Escarificação

A operação de escarificação ou subsolagem, em áreas de piso de lavra, possui uma importância crucial na revegetação de áreas, pois permite a utilização mais otimizada de outros equipamentos e também a quebra das camadas compactadas no solo/substrato, minimizando a resistência mecânica ao crescimento de raízes e, conseqüentemente, auxiliando no estabelecimento vegetal. No entanto, sua execução envolve custos elevados, contudo, um bom diagnóstico pode minimizá-los. Sendo assim, realizou-se a penetrometria antes e depois da escarificação (Figura 1), utilizando-se de trinta pontos amostrais a uma umidade média de 27% do solo/substrato, cujos resultados podem ser observados na Tabela 3.

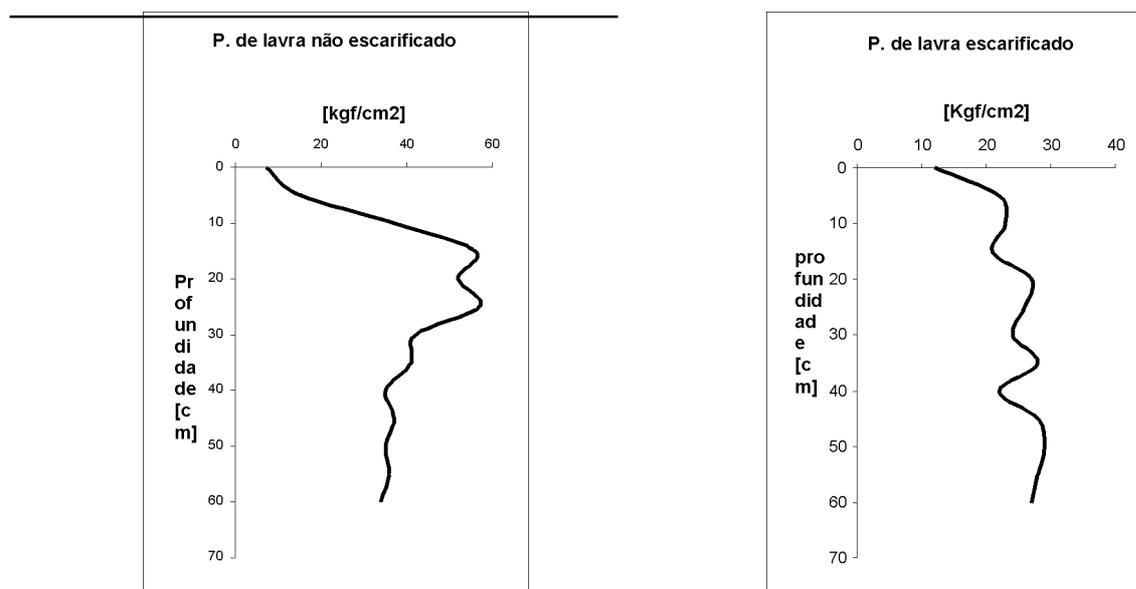


Figura 1. Resistência do solo a penetração antes e após a escarificação.

Tabela 3. Umidade do solo (UMIDADE), média da resistência a penetração (R. PENETRAÇÃO) e coeficiente de variação (CV) observados em ensaio de resistência do solo à penetração, sob área de mata e piso de lavra, em Rondônia.

AMOSTRA	TAMANHO (n)	PROF. (cm)	UMIDADE (%)	R. PENETRAÇÃO (Kgf/cm ²)	CV (%)
Mata	30	0-10	27	16	54,6
	30	10-20	32	27	61,4
Piso de lavra	30	0-10	26	20	78,9
	30	10-20	28	55	65,2

Observa-se, a partir da Figura 1, uma camada compactada a 0,20 m de profundidade, semelhante às encontradas em solos agrícolas sob manejo intenso. No entanto, essa camada sofreu ruptura com a escarificação.

Operação semelhante foi executada na recuperação de cascalheiras no Parque Nacional de Brasília por Leite et al. (1994), no qual os autores concluíram que somente a ruptura da camada compactada do solo/substrato não foi suficiente para a manutenção da vegetação local.

A análise de mobilização de solo é importante e frequentemente utilizada na avaliação do desempenho de máquinas durante o preparo do solo, quando se busca um menor requerimento energético (Maciel, 1993). A potência específica

requerida na escarificação apresentou valores compatíveis com as operações agrícolas citadas por Ralisch (1999).

Observou-se, após a escarificação, a geração de uma superfície corrugada e rupturas horizontais na parede dos sulcos. Dependendo da estratégia de recuperação adotada, esta situação requer uma outra escarificação cruzada, trabalhos com grade ou, segundo Camargo & Alleoni (1997), formas rápidas de colocação de matéria orgânica no solo/substrato, como o plantio de leguminosas e adubação orgânica.

Um resumo da capacidade de campo e eficiência operacional dos equipamentos pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4. Capacidade de campo e eficiência operacional dos equipamentos avaliados.

TRATOR	EQUIPAMENTO	OPERAÇÃO	F. EFICIÊNCIA	PRODUÇÃO	UNIDADE
D6D	Lâmina Tiltadozer	abaulamento	0,80	128	[m ³ /h]
D6D	Lâmina Tiltadozer	terraceamento	0,78	223	[m/horas]
D6D	Ríper	escarificação	0,86	0,69	[ha/h]

CONCLUSÃO

A produção operacional dos equipamentos analisados para recuperação de áreas degradadas apresentou alto desempenho na área de piso de lavra, sendo que o uso dos equipamentos estudados se mostrou relevante para a melhoria das condições iniciais das propriedades físicas do solo/substrato a ser recuperado. No entanto, alto desempenho operacional, não pode ser considerado como o único fator técnico de seleção do maquinário no momento da mecanização de um solo degradado. Nota-se que, a qualidade final do trabalho executado e a interação solo-planta podem ser decisivos na adoção e desempenho das máquinas e técnicas de recuperação a serem adotadas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão dos recursos necessários ao desenvolvimento deste trabalho, à CESBRA e ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), pelo apoio logístico, sem os quais este trabalho não poderia ter sido desenvolvido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO DO NORDESTE (Brasil). **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas.** Fortaleza, CE: B.N., 1999. 297p.

BELL, L. C. Rehabilitation of disturbed land. In: Mulligan, D. R. (ed.) **Environmental management in Australian minerals and energy industries. Principles and practices.** Sydney, University of New South Wales Press, 1996. p. 227-261.

BITAR, O. Y.; BRAGA, T. O. **O meio físico na recuperação de áreas degradadas.** Curso de geologia aplicada ao meio ambiente (Série Meio Ambiente). São Paulo: ABGE/IPT-Digeo, 1995. p.165-179.

BITAR, O. Y. Recuperação de áreas mineradas: considerações sobre técnicas aplicáveis a regiões urbanas. In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE TECNOLOGIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1, São Paulo, 1992. São Paulo: CETESB/SMA/SP-ECO 92, 1992. 8 p. (Separata)

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1997, 132p.

- DIAS, L.E. Caracterização de substratos para fins de recuperação de áreas degradadas. In: Dias, L.E.; Mello, J. W. V. (ed.) **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998.
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 412 p., 1999.
- FAO/UNESCO. **Soil map of the world. Revised legend, with corrections**. World Resources Report 60, FAO, Rome. Reprinted as Technical Paper 20, ISRIC, Wageningen, 296p, 1988.
- FRANÇA, J. T. **Estudos da sucessão secundária em áreas contíguas a mineração de cassiterita na Floresta Nacional do Jamari-RO**. Dissertação de mestrado apresentada a ESALQ/USP. Piracicaba, 1991, 169p.
- LEITE, L. L. et al. **Recuperação de Áreas Degradadas**. In: I SIMPÓSIO SUL-AMERICANO E II SIMPÓSIO NACIONAL, Foz do Iguaçu, 1994. **Anais**, Curitiba, FUPEF, 679 p., 1994.
- MACIEL, Antonio. J. S. **Enxada rotativa: análise dimensional, requerimento energético e efeito no solo utilizando diferentes geometrias de lâminas**. Botucatu, UNESP, 1993. 145p (Tese de Doutorado em Energia na Agricultura) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas.
- PECHE, A. F. Construção de terraços máquinas e equipamentos utilizados no Brasil. In: LOMBARDI NETO F.; BELLINAZZI JUNIOR, R. (org.) **Simpósio Brasileiro sobre Terraceamento Agrícola**. Ed. Fundação Cargill, 1989, p. 136-167.
- RADAMBRASIL. **Folha SC-20**, Porto Velho. Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro, Levantamento de Recursos Naturais, 16. 1983, 661p.
- RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro, v.16 e 23, 1978.
- RALISCH, R. **Análise comparativa do desempenho de três equipamentos de preparo de solo na descompactação de um Latossolo Roxo**, Tese de Doutorado, UNESP-Botucatu, 1999, 105p.
- SOIL TAXONOMY, U.S. **Soil Conservation Service, Soil Survey Staff**. USDA Agriculture Handbook n. 436, Washington D.C., 1975.
- SOUZA, J.A. 1997. **Avaliação das estratégias de recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita em Poços de Caldas (MG)**. UFG, Lavras (Tese de Doutorado). 104p.
- TOY, T. J. Topographic reconstruction: the foundation of reclamation. In: Dias, L.E.; Mello, J. W. V. (ed.) **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 107-115.

