

## DIAGNÓSTICO DE UMA ÁREA DEGRADADA PELA EXTRAÇÃO MINERAL DE SAIBRO E AÇÕES DE RECUPERAÇÃO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.IV-002>

Mateus Pereira (\*), Nádia Teresinha Schröder, Renata Farias Oliveira  
Universidade Luterana do Brasil, [mateus.agromape@gamil.com](mailto:mateus.agromape@gamil.com).

### RESUMO

Na sociedade contemporânea, apesar das insipientes ações sustentáveis, o desenvolvimento tem sido realizado às custas da degradação ambiental, de forma descontrolada. A atividade de mineração possui essa natureza destrutiva resultando em impactos ambientais que são, geralmente, irreversíveis, embora, possam ser mitigáveis. Neste contexto, este estudo objetivou realizar um diagnóstico da área de extração mineral de saibro, no município de São Gabriel, RS e propor ações, a partir das técnicas de RAD, para a obtenção da recuperação ambiental, harmonização paisagística e revegetação. O trabalho foi realizado em uma área de ocorrências de rochas metassedimentares inserida no Domínio São Gabriel, por meio de visitas técnicas. O local a ser recuperado constitui um interflúvio, sem nascentes. Para a caracterização geológica, recursos hídricos e flora regional foram utilizados pesquisa bibliográfica e dados obtidos a campo juntamente com os responsáveis técnicos (Geólogo e Bióloga, respectivamente). A área analisada apresenta um passivo ambiental, decorrente da extração mineral pretérita de saibro e outros bens minerais, e que foram utilizados em recuperação de estradas, e diversas obras públicas, por parte do município de São Gabriel. As formações campestres são predominantes na região, mas embora não apresentem um caráter uniforme. A cobertura vegetal da área apresenta-se de maneira geral muito antropizada, reflexo do uso e ocupação do solo ao longo do tempo. Pode-se observar a desconfiguração quase total das características bióticas pretéritas. A maior porção da área encontra-se com o solo desprovido de vegetação e inexistência de matéria orgânica advindo da extração de saibro. Neste sentido, o solo é incapaz de apresentar uma regeneração natural em pouco tempo, tornando necessária a intervenção técnica no processo de recuperação ambiental. Para o plantio é necessário avaliar as condições do local como clima, solo, vegetação nativa, condições econômicas e tecnológicas disponíveis para isso. A partir do diagnóstico da área degradada pela extração mineral do saibro, foi possível identificar que o método de recuperação natural com enriquecimento de mudas se mostrou mais viável para a cobertura vegetal com reintrodução de animais que auxiliam na regeneração da área em um período de menor tempo.

**PALAVRAS-CHAVE:** área degradada, extração mineral, saibro, ações de recuperação, revegetação

### INTRODUÇÃO

A exploração de reservas minerais e a utilização dos recursos naturais sem controle tem sido realizado em nome do desenvolvimento, porém causam impactos ambientais, geralmente, irreversíveis, embora, mitigáveis. Como principais danos da atividade de mineração podem se destacar desmatamento, erosão, deposição de rejeitos e alteração do padrão topográfico. No Brasil, o processo de mineração de saibro tem sua relevância para a construção civil, porém é inegável os impactos causados ao ambiente deixando-o degradado. Neste contexto, cabe destacar a importância em minimizá-los, sendo necessário realizar ações de planejamento e de sustentabilidade como o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD). Ele é tratado como um documento que orienta a execução e o acompanhamento ou monitoramento da recuperação ambiental de uma determinada área degradada. Para se empregar um PRAD, se faz necessário realizar um diagnóstico da área.

Na atividade mineradora, a camada superficial do solo é totalmente removida sendo necessário promover a reconstrução das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (ALMEIDA, 2016; ARAÚJO et al., 2018; BRANCALION, GANDOLFI, RODRIGUES, 2015). Solos degradados apresentam baixo teor de matéria orgânica, incapacidade de sustentar plantas saudáveis e produtivas. Neste sentido, é indicado o uso de adubação verde, bem como utilizar o maior número possível de espécies nativas locais de vários grupos ecológicos, a fim de se estabelecer uma vegetação com alta diversidade. A adubação verde é um processo que permite a reciclagem de nutrientes do solo, a partir do plantio de mudas de espécies específicas, a fim de tornar o solo mais fértil. Ela visa recuperar solos degradados, melhorar solos pobres e conservar os produtivos (IBF, 2022).

As plantas selecionadas devem ter algumas características como: rápido crescimento, alta produção de frutos, atração da fauna, fixadoras de nitrogênio atmosférico, com intensa micorrização, raízes pivotantes e descompactadoras. A seleção de espécies nativas a serem implantadas na área, além de cumprir seu papel ecológico na recuperação devem apresentar alguns critérios como: disponibilidade para aquisição, ser de boa qualidade, próximas ao local que serão implantadas e preços acessíveis ao empreendedor. Além disso, essas plantas estão adaptadas às condições ecológicas e ao clima da região e a relação da vegetação com a fauna, que atuará como dispersora de sementes, contribuindo com a própria

regeneração natural obtendo-se melhores resultados a longo prazo (ALMEIDA, 2016; ARAÚJO et al., 2018; CASTRO, D. DE; MELLO, R. S. P.; POESTER, 2012). Essas espécies deverão ser do grupo das leguminosas e gramíneas (Quadro 1), pois as primeiras apresentam como principal característica a fixação de nitrogênio atmosférico, além de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas e de microrganismos do solo. Enquanto as gramíneas apresentam alta capacidade de acumular matéria verde, mesmo implantada em solos com baixo teor de fertilidade. Este consórcio é o mais indicado, pois é capaz de manter uma boa proporção de Carbono/Nitrogênio. A principal função destas plantas é produzir matéria orgânica para cobertura do solo, auxiliar no desenvolvimento dos organismos do solo, nutrir e aumentar a capacidade de regeneração natural, evitando perdas de solo por lixiviação e favorecendo o crescimento de outras espécies vegetais, ou seja, melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo (EMBRAPA, 2011, CASTRO, D. DE; MELLO, R. S. P.; POESTER, 2012). A regeneração natural tem sido o melhor método e com menores custos de implantação para recuperação de área degradada pela mineração.

**Quadro 1. Espécies de inverno e de verão selecionadas para a adubação verde. Fonte: Castro; Mello; Poester, 2012**

Tipo de Plantas	Espécies de inverno (plantadas em abril)	Espécies de verão (plantadas em setembro)
Leguminosas	Ervilhaca ( <i>Vicia spp</i> )	Crotalárias ( <i>Crotalaria spp</i> )
	Fava ( <i>Vicia faba</i> )	Feijão de porco ( <i>Canavalia ensiformis</i> )
	Lentilha ( <i>Lens succulenta</i> )	Feijão guandu ( <i>Cajanus cajan</i> )
	Tremoço ( <i>Lupinus spp.</i> )	Lab Lab ( <i>Lablab purpureum</i> )
	Trevo encarnado ( <i>Trifolium incarnatum</i> )	Mucunas ( <i>Stizolobium spp.</i> )
Gramíneas	Aveia ( <i>Avena spp</i> )	Milheto ( <i>Pannisetum americanum</i> )
	Azevém ( <i>Lolium sp</i> )	Sorgo forrageiro ( <i>Sorghum bicolor</i> )
	Centeio ( <i>Secale cereale</i> )	Teosinto ( <i>Zea mexicana</i> )

## OBJETIVO

Esta pesquisa visou realizar um diagnóstico da área de extração mineral de saibro, no município de São Gabriel, RS e propor ações, a partir das técnicas de RAD, a fim de se obter recuperação ambiental, harmonização paisagística e revegetação de acordo com as premissas da legislação vigente.

## METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no município de São Gabriel, fronteira oeste do Rio Grande do Sul, às margens da BR 290, rota do Mercosul. Está situado num corredor de importação e exportação, estando a 320 km de Porto Alegre, 290 km do Porto Internacional de Rio Grande, 300 km de Uruguai/Argentina e 170 km de Livramento/Uruguai. A região está inserida no Domínio São Gabriel, que compreende três conjuntos litológicos principais, originalmente denominados de Cambaí, Cerro Mantequeira e Vacacaí, situada em uma área de ocorrências de rochas metassedimentares. A área de estudo está situada sobre o divisor d'águas entre duas microbacias hidrográficas que, fazem parte de dois sistemas hidrográficos distintos: o da Lagoa dos patos, pelo Rio Vacacaí-Jacuí-Guaíba; e o do Rio Uruguai, pelos rios Santa Maria-Ibicuí

O local a ser recuperado constitui um interflúvio, sem nascentes. No setor norte, ele é circundado por vertentes, que fluem para tributários do arroio Restinga-Santo Antônio, que é afluente do Rio Vacacaí, pertencendo ao Sistema Guaíba-Lagoa dos Patos. Já as vertentes do Setor Sul correm para afluentes do Arroio Jaguari, que desemboca no Rio Santa Maria - Ibicuí, pertencente à Bacia do Rio Uruguai. A descarga das águas de superfície (pluviais) da área pode ser feita para ambos os sistemas hidrográficos. Foi realizado o diagnóstico ambiental da área por meio de visitas técnicas ao local. Para a caracterização geológica, recursos hídricos e flora regional foram utilizados pesquisa bibliográfica e dados obtidos a campo juntamente com os responsáveis técnicos (Geólogo e Bióloga, respectivamente). Com base no diagnóstico ambiental foram propostas ações que visam o controle ambiental da área, a fim de proporcionar harmonização paisagística e revegetação, a partir das características do solo, clima e espécies nativas locais. A área analisada apresenta um passivo ambiental, decorrente da extração mineral pretérita de saibro e outros bens minerais, e que foram utilizados em recuperação de estradas, e diversas obras públicas, por parte do município de São Gabriel. A Figura 1 apresenta as delimitações da área a ser recuperada, representada pela poligonal de cor lilás, tendo como área vizinha a poligonal de cor verde indicando que ao lado há uma área que está sendo licenciada para a continuidade da atividade de mineração, sendo que, para tal, tramita o pedido de registro de licença junto ao DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. Quanto à propriedade agrária, a área a ser licenciada pertence a terceiros, sendo que, ao que consta, o detentor da posse autoriza o licenciamento para lavra de saibro por parte da prefeitura municipal.



Figura 1: Área a ser recuperada e a poligonal atualmente licenciada no DNPM. Fonte: Google Earth/Sigmire/DNPM.

De acordo com Rossato (2011), o RS se encontra em uma região subtropical com estações de inverno frio e verão quente e distribuição de chuvas durante o ano todo. O clima do RS é classificado como temperado do tipo subtropical, com variação de temperaturas sazonais, ou seja, verões quentes e invernos severos, apresentando geadas e eventuais neves (ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RS, 2018). As médias de temperatura anual (Figura 2) variam entre 15 e 18°C, mas podem chegar a temperaturas mínimas de até -10°C e máximas de 40°C. As precipitações médias de norte a sul do RS variam entre 1.300 e 1.800mm (Figura 3).

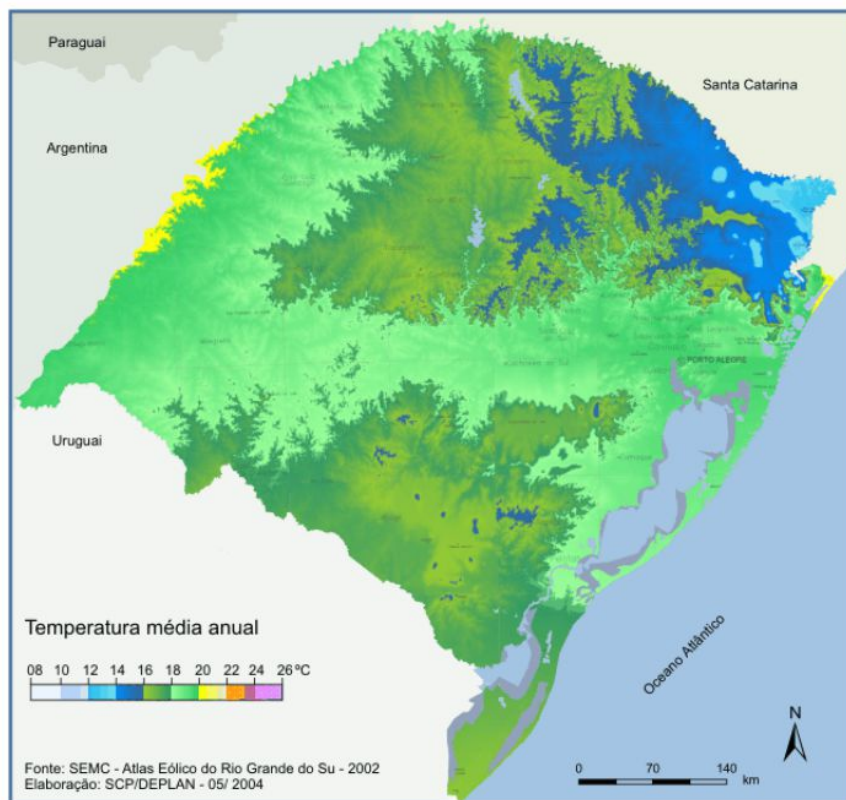


Figura 2: Temperatura média anual do RS. Fonte: ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RS (2018)

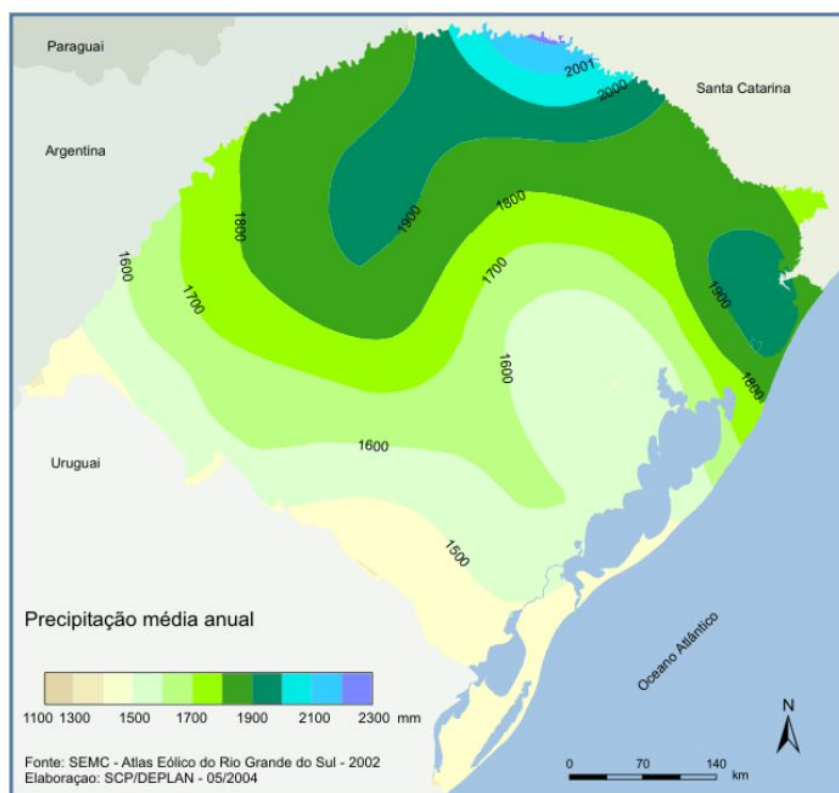


Figura 3: Precipitação média anual do RS. Fonte: Atlas Ssocioeconômico do RS, 2018

## RESULTADOS

Com base no relatório geológico foi identificada presença de material de interesse (saibro), cuja amostra é de meta arenitos de coloração cinza, recortado por veios de quartzo que se cruzam diagonalmente, evidenciando mais de uma fase de deformação (Figura 4). São rochas do embasamento cristalino, constituídas de quartzitos, por vezes mostrando pequena xistosidade. Embora a referência cartográfica apresente a área como de litologias do Grupo Cambai, a ocorrência local pode estar relacionada à Formação Vacacaí. Essa litologia é bastante dura, porém apresenta-se bastante fragmentada e com espesso manto de alteração, o que confere um aspecto de cascalho e saibro. A descarga das águas de superfície (pluviais) da área pode ser feita para ambos os sistemas hidrográficos já identificados na metodologia, não produzindo efeitos significativos sobre os cursos d'água.



Figura 4: Aspecto do minério de interesse. Fonte: Geólogo Valter Augusto Goldmeier (2018)

As formações campestres são predominantes na região, embora não apresentem um caráter uniforme. Estão presentes os gêneros *Lupinus*, *Desmodium*, *Adesmia*, da família das leguminosas e os gêneros *Erianthus* e *Elionurus* das leguminosas papilionadas. As gramíneas *Paspalum*, *Panicum*, *Erianthus*, *Elionurus*, *Andropogonon* estão presentes. As mirtáceas rasteiras ou arbustivas dos gêneros *Baccharis*, principalmente, *Baccharis dracunculifolia*, que se destaca pelo forte cheiro aromático e *Eupatorium* também são encontradas. A cobertura vegetal da área apresenta-se de maneira geral muito antropizada, reflexo do uso e ocupação do solo ao longo do tempo (Figura 5). Pode-se observar a desconfiguração quase total das características bióticas pretéritas.



**Figura 5: Tipo de vegetação encontrada no empreendimento. Fonte: Geólogo Valter Augusto Goldmeier (2018)**

A caracterização da flora local consta de vegetação rasteira: grama-forquilha (*Paspalum notatum*), capim-caninha (*Andropogon lateralis*), carqueja (*Baccharis triptera*), mio-mio (*Acchans coridifolia*), chirca (*Eupatorium congestum*), gravatá (*Eryngium* sp.), vassoura-branca (*Braccharis dracunculifolia*), vegetação ruderal, típica de ambientes com solos pobres. A maior porção da área encontra-se com o solo desprovido de vegetação e inexistência de matéria orgânica advindo da extração de saibro. Neste sentido, o solo é incapaz de apresentar uma regeneração natural em pouco tempo, tornando necessária a intervenção técnica no processo de recuperação ambiental.

Para o plantio foi adotada a proposta de Vasquez e Machado (2012), sendo necessário avaliar as condições do local como clima, solo, vegetação nativa, condições econômicas e tecnológicas disponíveis para o plantio. Neste sentido, a metodologia a ser empregada no plantio consiste nas seguintes etapas: proteção da área; preparo do solo; espaçamento e número de mudas; abertura de covas; adubação e calagem; plantio, manejo da área após plantio e manutenção. A listagem de espécies arbóreas nativas indicadas para o plantio são: *Eugenia uniflora* (pitanga), *Luehe divricata* (açoita-cavalo), *Enterolobium contortisiliquum* (timbuava) *Cupania vernalis* (camboatá), *Allophylis edulis* (chal-chal), *Scutia buxifolia* (Corroinilha), *Psidium cattleianum* (araçá), *Sebsteina commersoniana* (branquilho), *Schinus molle* (aroeira-salsa) e *Vitex megapotamica* (tarumã).

Para a proteção da área que apresentam risco de incêndios é necessário à construção de aceiros como prevenção, com larguras de 3 a 5m mantidos roçados. Após o crescimento das mudas os aceiros também devem ser revegetados. Também é indicada a construção de cercas de arame farpado em torno da área de plantio das mudas a fim de evitar pisoteio e pastejo das mudas implantadas no local, por possível invasão de bovinos e equinos, compactação do solo e a formação de corredores que favorecem a erosão.

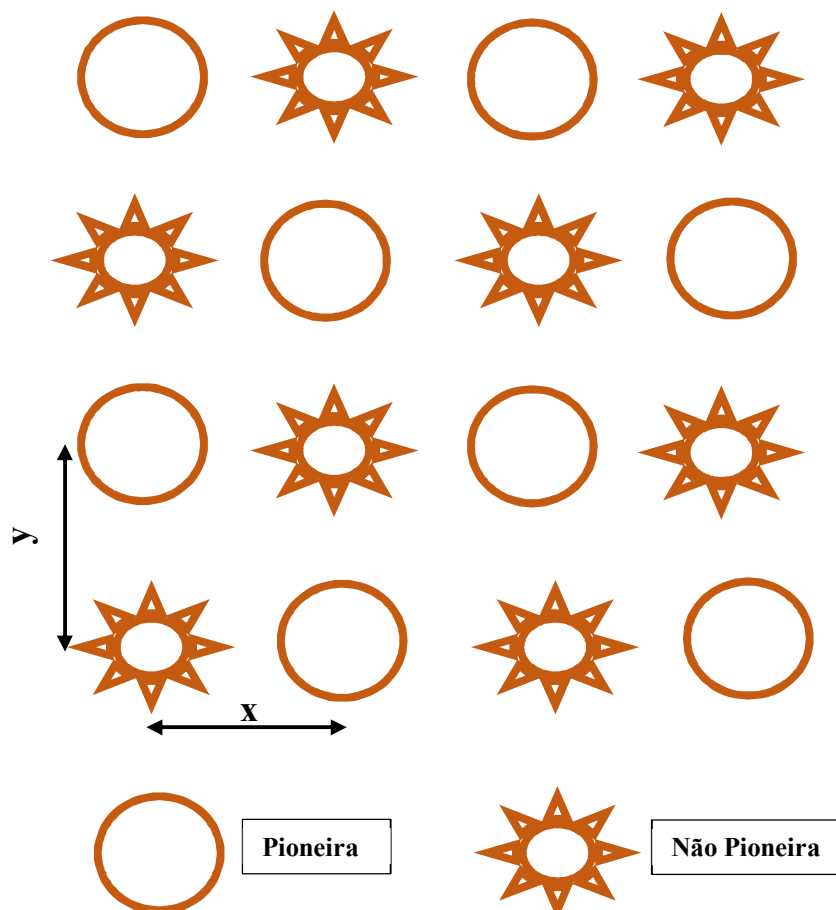
Em relação às características do solo foram constatados altos níveis de degradação e suscetibilidade a erosão que dificultam a recuperação vegetal naturalmente. Sugere-se o uso restrito de equipamentos em área total, trabalhando apenas em linhas de plantio ou abertura de covas evitando possíveis erosões e proporcionando maior proteção. O coveamento pode variar de tamanho, mas deve observar as condições do solo e topografia da área. As covas devem ser abertas com o tamanho necessário para acomodar as plantas, mas em geral ficam em torno de 40cm (comprimento) x 40cm (largura)

x 40cm (profundidade). O espaçamento (Tabela 1) foi proposto com base no espaço disponível no local. Por isso optou-se por usar 3 X 3 metros, de forma a não estabelecer competição entre as mudas.

**Tabela 1. Espaços mais utilizados em plantio misto de espécies arbóreas nativas. Fonte: Moraes, 2013**

ESPAÇAMENTO (entre linhas x na linha)	DENSIDADE (nº de mudas/ha)
2,5 m x 2,5 m	1.600
3,0 m x 2,0 m	1.670
2,5 m x 2,0 m	2.000
3,0 m x 1,5 m	2.225
2,0 m x 2,0 m	2.500

Quanto ao preparo do solo, há necessidade de se observar as características físicas, químicas e topográficas, bem como a disponibilidade de recursos financeiros para sua execução. Ele é importante e auxilia na diminuição das barreiras físicas (solos compactados), no surgimento de plantas daninhas e facilita o plantio estimulando o desenvolvimento radicular e o aumento da umidade disponível para as mudas. Quando há carência de informações acerca das exigências nutricionais das espécies nativas, se faz necessário realizar uma análise química do solo, antes que se inicie o plano de revegetação, porém esta área do estudo não apresenta nenhum tipo de análise de solo. Com esse cenário, se faz necessário adquirir plantas com um bom aporte nutricional e saudáveis, capazes de resistir à falta de algum nutriente indisponível no solo. Os solos de boa qualidade e com níveis de pH entre 6 e 6,5 proporcionam boas condições nutricionais para o desenvolvimento delas. Estes solos são os substratos orgânicos como terra preta, cama de aviários e semelhantes que melhoram as suas condições físicas, químicas e biológicas, permitindo um bom crescimento das espécies. Sugere-se que as plantas sejam implantadas na área no início do período das chuvas, pois no período de seca, elas devem ser irrigadas. Os índices de pluviosidade no RS são bem distribuídos durante os meses do ano, mas em geral são nos meses de inverno ou de julho a setembro onde ocorrem os maiores índices de chuvas. O plantio pode ser feito de modo aleatório e intercalado seguindo critérios dos estudos florísticos na combinação de grupos de espécies e estágios da sucessão secundária (figura 6). A manutenção das plantas se dá por meio de capinas, controle de formigas, adubação em cobertura e regas. Para o rápido estabelecimento e desenvolvimento da cobertura vegetal faz-se necessárias medidas de correção da acidez e fertilização, obtidas por meio da análise prévia do solo.



**Figura 6: Plantio Intercalado de espécies pioneiras e não pioneiras. Fonte: Vasquez; Machado (2012).**

## CONCLUSÕES

A partir do diagnóstico da área degradada pela extração mineral do saibro, foi possível identificar que o método de recuperação natural demonstrou ser menos eficaz, prolongando o tempo para recuperação da área. Já a prática de regeneração natural com enriquecimento de mudas se mostrou mais viável para a cobertura vegetal com reintrodução de animais que auxiliam na regeneração da área em um período de menor tempo quando comparado apenas à regeneração natural espontânea. Espera-se dessa forma que, ao completar um ano da implantação do sistema de cobertura vegetal na área degradada, as mudas estejam estabelecidas e se desenvolvendo com vigor, necessitando cada vez menos de manutenção para o seu desenvolvimento natural.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida, D. S. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. 3. ed. rev. e ampl. Ilhéus: Editus, 2016. 200 p., il. Disponível em: [http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2016/recuperacao\\_ambiental\\_da\\_mata\\_atlantica\\_nova.pdf](http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2016/recuperacao_ambiental_da_mata_atlantica_nova.pdf) Acesso: 29 abr. 2022.
2. Araújo, C. de S.; Silva, A. J. da; Nascimento, C. W. A. do; Araújo, I. N. F.; Cunha, K. P. V. DA. Atributos físicos e químicos do solo em área de disposição de resíduos no semiárido tropical *In*: Cunha, K. P. V. DA. (org.) **Elementos da natureza e propriedades do solo**. vol. 3. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018, p. 66-85. Disponível em <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/1332>. Acesso em: 18 jul. 2022.
3. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul - Clima, temperatura e precipitação. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>. Acesso em: 28 ago. 2022.
4. Brancalion, P. H. S.; Gandolfi, S.; Rodrigues, R. R. **Restauração Florestal**. 1ª ed., São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
5. Castro, D. de; Mello, R. S. P.; Poester, G. C. **Práticas para Restauração da Mata Ciliar**. 2012. Disponível em: [http://www.onganama.org.br/pesquisas/Livros/Livro\\_Praticas\\_Restauracao\\_Mata\\_Ciliar.pdf](http://www.onganama.org.br/pesquisas/Livros/Livro_Praticas_Restauracao_Mata_Ciliar.pdf). Acesso em: 23 out. 2021.
6. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Agrobiologia - Utilização de leguminosas contribui no fornecimento de nitrogênio para culturas de interesse comercial e protege solo da erosão – Adubação verde**, 2011. Disponível em: <https://www.cnpab.embrapa.br>. Acesso em: 29 out. 2021.
7. Instituto Brasileiro de Florestas (IBF). **Adubação verde**. 2022. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/conteudo/adubacao-verde>. Acesso em: 18 abr. 2022.
8. Rossato, M. S. G. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidades, tendências, tipologia**. 2011. 253f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32620/000782660.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 mai 2022
9. Vasquez, B. A. F.; Machado, M. R. F. Recuperação de Mata Ciliar em dois trechos do rio Jacuí/RS, Brasil. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 14, n. 2, p. 84-95, 2012.