

Projeto Básico

Aproveitamento de resíduos de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais e agregados para fins agrícolas.

Coordenador: Dr. Leonardo Luiz Lyrio da Silveira – Tecnologista Sênior

Coordenação de Rochas Ornamentais/Núcleo Regional do Espírito Santo (CORON/NRES)

1. APRESENTAÇÃO

O Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), atua, desde o início de suas atividades, em 18 de abril de 1978, no desenvolvimento de tecnologias para o uso sustentável dos recursos minerais brasileiros, com foco na inovação tecnológica para o setor mineral. Os benefícios advindos das pesquisas realizadas no Centro contribuem para o desenvolvimento econômico e social do País.

Única instituição pública de pesquisa dedicada à tecnologia mineral e a questões ambientais relacionadas, o CETEM realiza atividades de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Serviços Tecnológicos com amostras de empresas de quase todas as unidades da federação, em escala de laboratório ou piloto, nas seguintes áreas: caracterização de materiais, tecnologias minerais, biotecnologia, tecnologias ambientais e estudos para a sustentabilidade do setor.

Para desempenhar essa missão, o CETEM conta com aproximadamente 300 colaboradores em seu corpo funcional, incluindo pesquisadores e tecnologistas, quase todos doutores, técnicos, bolsistas e terceirizados, lotados em 25 laboratórios e cinco usinas-piloto.

Na perspectiva da sustentabilidade do setor de minerais não metálicos podem ser destacados projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) já realizados tanto na sede do CETEM (RJ) quanto no Núcleo Regional do Espírito Santo (CETEM – NRES), a partir do aproveitamento de resíduos da lavra e do beneficiamento de rochas ornamentais para a fabricação de argamassa, azulejos, telhas, tijolos e blocos maciços, dentre outros, assim como o aproveitamento dos resíduos como remineralizadores de solos agrícolas, objetivando, com este último, diminuir a dependência nacional por fertilizantes importados para a produção agrícola concomitantemente a destinação mais racional e sustentável dos resíduos gerados no processo produtivo, em conformidade com a economia circular.

Estes trabalhos contaram com parcerias ou apoio de órgãos de fomento, agências, associações, sindicatos e instituições de ensino, tais como: Secretaria de Empreendedorismo e Inovação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – SEMPI/MCTI, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES, a Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – ABIROCHAS, o Sindicato das Indústrias de Rochas Ornamentais, Cal e Calcário do Espírito Santo – SINDIROCHAS, o Centro Brasileiro dos Exportadores de Rochas Ornamentais – CENTROROCHAS, a Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Embrapa Agrobiologia (RJ), além de empresas do setor.

2. OBJETO

Implementar, por meio do ensino, pesquisa e extensão, ações para a otimização da gestão, governança, rede de capacitação e disseminação de informações inerentes a utilização dos resíduos gerados durante o processo de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais, assim como de agregados, como fertilizantes alternativos e/ou remineralizadores de solos, podendo proporcionar, assim, a mudança de paradigmas relativos à destinação final dos resíduos industriais concomitantemente a fertilização e correção da acidez de solos agrícolas, uso de agrotóxicos e recuperação de áreas degradadas por atividades antrópicas.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral 1 - linha de ação 1 (CETEM – NRES):

Avaliar a utilização de diferentes resíduos gerados durante o processo de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais ricas em minerais potássicos para a produção de remineralizadores de solos, visando a substituição parcial dos fertilizantes minerais comerciais utilizados para o desenvolvimento de culturas de interesse econômico.

3.2 Objetivos Específicos 1 - linha de ação 1 (CETEM – NRES):

- Definir as diferentes granulometrias de cada um dos diferentes resíduos de rochas ornamentais analisados.
- Caracterizar os principais nutrientes que compõe cada um dos diferentes resíduos de rochas ornamentais analisados.
- Estimar o tempo de liberação dos principais nutrientes que compõe os diferentes resíduos gerados na produção de rochas ornamentais, nas diferentes granulometrias analisadas.
- Avaliar o desenvolvimento vegetativo de diferentes culturas de interesse econômico com a utilização de diferentes resíduos gerados na produção de rochas ornamentais em substituição parcial aos fertilizantes minerais comerciais.
- Avaliar as características fitossanitárias de diferentes culturas de interesse econômico com a utilização de diferentes resíduos gerados na produção de rochas ornamentais em substituição parcial aos fertilizantes minerais comerciais.
- Avaliar a produção e a produtividade de diferentes culturas de interesse econômico com a utilização de diferentes resíduos gerados na produção de rochas ornamentais em substituição parcial aos fertilizantes minerais comerciais.
- Determinar as concentrações de resíduos mais eficientes na substituição parcial aos fertilizantes minerais comerciais utilizados para o desenvolvimento de culturas de interesse econômico.
- Corroborar os resultados obtidos com as exigências previstas na Instrução Normativa (IN) Brasileira N° 05, de 10 de março de 2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2016).

- Disponibilizar os dados e as informações obtidas através de publicações (artigos científicos, resumos de eventos, capítulos de livro, palestras, etc).

3.3 Objetivo Geral 2 - linha de ação 2 (CETEM – RJ):

Avaliar diferentes resíduos gerados durante o processo de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais assim como agregados contendo minerais potássicos, na obtenção de potássio solúvel através de rotas hidrometalúrgicas e biohidrometalúrgicas. Avaliar também o impacto da aplicação destes resíduos como remineralizadores em combinação com a comunidade bacteriana de solos sob cultivo agrícola sobre a biossolubilização de nutrientes e biodisponibilização desses nutrientes para as plantas.

3.4 Objetivos Específicos 2 – linha de ação 2 (CETEM – RJ):

- Caracterizar diferentes resíduos de rochas ornamentais e agregados.
- Testar diferentes microrganismos em ensaios de biohidrometalurgia;
- Avaliar diferentes estratégias e parâmetros na biossolubilização de potássio em ensaios de bancada;
- Avaliar diferentes estratégias e parâmetros na obtenção de potássio em ensaios de bancada utilizando rotas hidrometalúrgicas;
- Analisar, através da metagenômica, o impacto do uso de diferentes resíduos de rochas ornamentais e agregados como remineralizadores, na estrutura e abundância da comunidade bacteriana em solos ao longo de um plantio de cultura de interesse e identificar espécies microbianas relacionadas aos bioprocessos de solubilização e disponibilização de nutrientes a partir de remineralizadores;
- Disponibilizar os dados e as informações obtidas através de publicações (artigos científicos, resumos de eventos, capítulos de livro, palestras, etc).

4. CONTEXTO / JUSTIFICATIVA

Quarto maior produtor de alimentos do mundo, com representatividade de um quinto do Produto Interno Bruto (PIB) e por 48% das exportações (IBGE, 2020; CNA, 2021), o Brasil é uma potência do agronegócio. Apenas no mês de janeiro de 2022, a balança comercial do agronegócio brasileiro apresentou *superavit* de US\$ 7,7 bilhões, aumento de aproximadamente 58% se comparado ao mesmo período do ano anterior (KRETER; PASTRE; SERVO, 2022).

Considerando a tendência mundial de crescimento do consumo de alimentos em cerca de 6% ao ano, para que a produção agrícola nacional possa acompanhar a demanda, será necessário o aumento da produção e da produtividade das safras, as quais estão diretamente relacionadas à fertilidade do sistema solo-planta. Entretanto, no sistema convencional de cultivo, torna-se necessária a importação de fertilizantes solúveis, que hoje correspondem a aproximadamente 80% do quantitativo necessário anual nacional, decorrendo em custos de produção elevados, perda de competitividade e vulnerabilidade diante de outros países (SANTOS; GLASS, 2018; GLOBALFERT, 2021).

A dependência do sistema de produção agrícola nacional pode ser exemplificada a partir das limitações de envio de fertilizantes da Rússia para o Brasil, em consequência indireta aos conflitos diplomáticos estabelecidos entre Rússia e Ucrânia no corrente ano. De acordo com o Ministério da Economia brasileiro (COMEXSTAT, 2022), cerca de 23% dos fertilizantes

químicos importados pelo Brasil em 2021 vieram da Rússia. Se somado à dependência de fertilizantes advindos de Belarus, sétimo maior exportador de fertilizantes ao Brasil e aliado da Rússia, o grau de dependência nacional sobe para 26%. Desta forma, a busca por fontes alternativas adquire grande importância para o futuro da produção agrícola brasileira (BRITO et al., 2019).

Sendo o Brasil o quinto maior produtor e exportador de rochas ornamentais do mundo (ABIROCHAS, 2021a;b), o uso dos resíduos gerados nesta cadeia produtiva, estimados nacionalmente em 18,0 milhões de toneladas no ano de 2019 (ABIROCHAS, 2020), vai ao encontro da economia circular e pode, no que tange à inovação de produtos, proporcionar o desenvolvimento econômico mais sustentável e competitivo para as indústrias do setor de mineração concomitantemente ao fornecimento de fontes alternativas de fertilização agrícola (CAMARA et al., 2021).

Desta forma, o uso dos resíduos gerados na cadeia produtiva de rochas ornamentais, assim como de agregados, pode contribuir com a melhoria da fertilidade do sistema solo-planta, sem afetar o equilíbrio ambiental (OLIVEIRA; QUEIRÓZ; RIBEIRO, 2010). Contudo, a baixa solubilidade dos nutrientes que compõem as rochas é, atualmente, uma das principais barreiras para a sua efetiva utilização em campo (CAMARA et al., 2021).

Diante deste cenário, estudos que preconizam uma maior e mais rápida solubilização dos nutrientes presentes nas rochas, a partir de tratamentos físicos, químicos e/ou biológicos, sem que haja aumento significativo nos custos para sua utilização, tornam-se necessários para que a cadeia produtiva de rochas ornamentais e agregados possa se tornar mais sustentável, assim como o agronegócio brasileiro menos dependente de insumos externos.

Portanto, neste sentido, o presente Projeto se enquadra, e visa apoiar a cadeia produtiva de rochas ornamentais e agregados e do agronegócio e agricultura familiar, na destinação e utilização mais racional e sustentável dos resíduos gerados durante o processo de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais, e agregados, concomitantemente a fertilização e correção da acidez de solos agrícolas, servindo de suporte as empresas do setor e estando alinhado aos conceitos inerentes à economia circular. Para tal deve-se contar com o apoio de instituições já engajadas e atuantes no setor, tais como a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – ABIROCHAS, o Sindicato das Indústrias de Rochas Ornamentais, Cal e Calcário do Espírito Santo – SINDIROCHAS, o Centro Brasileiro dos Exportadores de Rochas Ornamentais – CENTROROCHAS, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, a Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, além de empresas do setor.

5. METODOLOGIA

A metodologia proposta neste projeto foi subdividida em duas linhas de ação: a primeira contemplando as atividades que serão realizadas no CETEM – NRES, com resíduos gerados na cadeia produtiva de rochas ornamentais, e a segunda, que será realizada na sede do CETEM (RJ), que utilizará parte dos resíduos de rochas ornamentais do ES e agregados provenientes de mineradoras do RJ.

5.1. Metodologia - linha de ação 1 (CETEM – NRES).

A primeira linha de ação está em conformidade ao disposto na Lei n° 6.894, de 16 de dezembro de 1980 (BRASIL, 1980), na Lei n° 12.890, de 10 de dezembro de 2013 (BRASIL, 2013); na Instrução Normativa n° 5, de 10 de março de 2016 – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2016); no Protocolo para avaliação da eficiência agronômica de remineralizadores de solo – primeira versão, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (SILVEIRA et al., 2019b) e; nas Instruções para planejamento e condução de experimentos com fertilizantes, inoculantes, corretivos, biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, da EMBRAPA (SILVEIRA et al., 2019a).

O estudo será realizado no Núcleo Regional do CETEM no Espírito Santo (CETEM – NRES), localizado no município de Cachoeiro de Itapemirim/ES, sendo conduzido durante 18 meses, em laboratório e em casa de vegetação.

5.1.1. ANÁLISE DO GRAU DE MATURIDADE TECNOLÓGICA (TECHNOLOGY READINESS LEVELS – TRL).

A Análise do Grau de Maturidade Tecnológica deste projeto de pesquisa foi estabelecida em consonância com a NBR ISO 16290:2015, sendo definido 09 (nove) níveis de maturidade para o ciclo de vida de um projeto, os quais variam de TRL1 a TRL9.

Os níveis TRL1 (Pesquisa Básica) e TRL2 (Pesquisa Aplicada), foram previamente definidos durante a construção da metodologia do trabalho proposto, tendo em vista serem essenciais para o adequado planejamento e execução dos demais níveis.

5.1.2. SELEÇÃO E ANÁLISE DE CARACTERIZAÇÃO DAS ROCHAS.

As rochas objeto da pesquisa serão selecionadas a partir de atributos químicos (teores significativos de K) e geográficos (ocorrência próxima a polos agrícolas), bem como pelo baixo conteúdo de sílica livre (quartzo). As rochas priorizadas serão oriundas de diferentes regiões brasileiras, preconizando uma melhor representação do território nacional.

Regulamentada pela Instrução Normativa n° 05/2016 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2016), estudos realizados com o objetivo de avaliar o potencial de uso de determinadas rochas como remineralizadores de solos incluem a exigência de análises geoquímicas e mineralógicas que comprovem a aptidão e eficiência do material. Para isso, serão realizados os seguintes procedimentos:

5.1.2.1. Análise petrográfica.

Amostras das rochas de origem serão enviadas ao CETEM – NRES para a realização da análise, as quais serão realizadas com base no disposto na ABNT NBR 15845-1:2015 (ABNT, 2015), utilizando microscópio petrográfico de luz polarizada, modelo *Axioskop 40 CARL ZEISS*, marca *ZEISS*, em luz transmitida, seguindo os critérios propostos por Best (2003).

5.1.2.2. Cominuição da rocha, homogeneização e quarteamento.

Amostras das rochas selecionadas para este estudo, coletados a partir de resíduos grossos, serão enviadas ao CETEM – NRES e fragmentadas com auxílio de uma marreta. Posteriormente os fragmentos serão cominuídos em britador de mandíbula e peneirados em peneirador vibratório com tela de 28 mesh (0,06 mm). O material retido na peneira será levado a um moinho de rolos

para moagem, novamente peneirado em tela de 28 mesh e o material retido na peneira será moído em moinho de disco e misturado ao material passante na peneira para posterior homogeneização e quarteamento, seguindo metodologia adaptada de Góes et al. (2010).

5.1.2.3. Determinação do potencial hidrogeniônico (pH).

Uma amostra de cada resíduo será solubilizada em água destilada na proporção de 1:1 em peso, conforme metodologia proposta pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2017), com posterior leitura dos resultados em agitador magnético *Quimis* (modelo *Q5261*) e um pHmetro *Marte* (modelo *MB 100*).

5.1.2.4. Determinação da composição química por Fluorescência de Raios X (FRX).

A determinação da composição química das amostras será realizada no CETEM – NRES via FRX, utilizando um espectrômetro de Fluorescência de Raios X, modelo *S2 Ranger* da marca *Bruker*. Será utilizada aproximadamente 10 gramas de amostra de pó com partículas menores que 0,106 mm, cominuídas manualmente em gral de ágata e prensadas a 20 toneladas por 15 min em prensa manual marca *Mauthe Maschinenbau*, modelo *PE-011*.

Será determinada também a perda ao fogo de cada amostra, aquecidas a uma temperatura de 1000°C durante 2 horas em forno mufla, marca *INTI*, modelo *FL1300/20*, com rampa de aquecimento de 5°C por minuto.

5.1.2.5. Determinação da composição mineralógica por Difração de Raios X (DRX).

A determinação da composição mineralógica das amostras será realizada no CETEM – NRES via DRX, utilizando um difratômetro de raios X modelo *Miniflex* da *Rigaku*. Para tanto, as amostras serão quantificadas usando o método do pó, lidas em um difratômetro equipado com espelho de Goebel para feixe paralelo de raios-X, nas seguintes condições de operação: velocidade do goniômetro de 0,02° 2 θ por passo com taxa de varredura de 1°/min e coletados de 5 a 80° 2 θ .

Objetivando quantificar o teor de dióxido de silício (SiO₂ – sílica livre) nas amostras submetidas a DRX, será aplicado o método de Rietveld (Rietveld, 1969). Esta análise será realizada no Setor de Caracterização Tecnológica (SCT) da Coordenação de Análises Mineraias (COAMI), pertencente a sede do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM - RJ) no Rio de Janeiro.

5.1.2.6. Teste de solubilização.

Será realizado ensaio de solubilização de resíduos nas amostras em estudo, seguindo metodologia descrita na norma ABNT NBR 10006:2004 (ABNT, 2004).

5.1.2.7. PROTOCOLO AGRONÔMICO I – Análise de viabilidade de uso das rochas selecionadas como remineralizadores de solo pelo método de incubação.

Para a execução do proposto, utilizar-se-á, a princípio, fatorial de experimentação 5x3x2+3, sendo 5 diferentes rochas (Rocha A, Rocha B, Rocha C, Rocha D e Rocha E), 3 diferentes concentrações do pó de cada rocha (0%; 40% e 60% do volume de solo do recipiente, ou seja, 0,00, 120,00 e 180,00 gramas), 2 diferentes soluções de microrganismos (BF e BT) e 3

tratamentos testemunhas adicionais, com 3 repetições. O experimento será repetido 6 vezes, sendo cada um deles avaliado em diferentes períodos de incubação (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias), totalizando 33 tratamentos em 594 unidades amostrais. Cada unidade amostral é composta por 300 gramas de solo peneirado e homogêneo aos respectivos tratamentos, sendo acondicionadas em estantes metálicas, com incidência indireta da luz solar, em ambiente de temperatura controlada média de 25°C.

A umidade do solo de cada unidade amostral será mantida em 80% da capacidade de campo. Em todas as unidades amostrais será mantida uma pequena abertura nos recipientes para a troca de gases com o meio.

Com o objetivo de acelerar a solubilização dos nutrientes constituintes das rochas selecionadas para esta pesquisa, será adicionado ao fatorial de estudo a utilização de duas diferentes soluções de microrganismos, sendo a primeira composta pela combinação de *Pseudomonas fluorescens* (CCTB03) e *Azospirillum brasiliense* (AbV6), em garantia de 1×10^{11} UFC/L, identificadas neste trabalho pela sigla BF, e a segunda composta pela combinação de *Bacillus subtilis* (CCTB04), *Bacillus amyloliquefaciens* (CCTB09) e *Bacillus pumilus* (CCTB05), em garantia de 1×10^{11} UFC/L, identificadas pela sigla BT, sendo a inoculação realizada com auxílio de uma pipeta graduada. O volume inoculado seguirá a recomendação do fabricante.

A cada 30 dias, em um período de 150 dias, serão realizadas análises do solo compostas por: análise de rotina (teores de Cálcio, Magnésio, Alumínio trocáveis, Fósforo e Potássio disponíveis, acidez total, potencial hidrogeniônico, saturação por bases, saturação por Alumínio, soma de bases trocáveis e capacidade de troca catiônica a pH 7,0); análise de micronutrientes (Ferro, Cobre, Zinco, Manganês) e análise de Fósforo remanescente (Prem).

Os resultados obtidos serão submetidos à análise de variância. Quando os resultados apresentarem significância para as variáveis avaliadas, será realizado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro com auxílio do software R, versão 4.1.2 (R CORE TEAM, 2021).

5.1.2.8. PROTOCOLO AGRONÔMICO II – Análise de viabilidade de uso das rochas selecionadas como remineralizadores de solo em casa de vegetação.

Neste nível há uma definição preliminar do uso deste sistema de remineralização dos solos, contudo testes mais detalhados serão realizados visto que há uma incerteza relacionada à viabilidade de utilização após o aumento da escala.

Esta fase da proposta de trabalho proporcionará a observação de resultados mais confiáveis com relação ao uso dos resíduos no cultivo direto de diferentes culturas de interesse econômico regional e nacional, em ambiente controlado (casa de vegetação). Nesta, serão utilizados apenas os tratamentos selecionados na fase anterior, ou seja, aqueles que tenham apresentado melhores níveis de liberação de nutrientes na utilização dos resíduos pelo método de incubação (Item 5.1.2.7).

O fatorial de experimentação será definido a partir dos resultados obtidos na etapa anterior. Ressalta-se que, em atendimento a IN MAPA nº 05/2016 (Brasil, 2016), para estudos em casa de vegetação torna-se necessário os testes em diferentes culturas e em diferentes tipos de solos representativos da região. Essas ressalvas serão consideradas durante a execução do ‘Protocolo Agrônomo II’. Todas as demais condicionantes, descritas no item 5.1.2.7, serão mantidas.

A escolha das culturas a serem analisadas durante a execução desta fase da proposta de trabalho será considerada representativa com base: (i) na proximidade da ocorrência de pedreiras de rochas ornamentais (raio de 300 km), atendendo a prerrogativa prevista para a viabilidade de utilização da técnica de rochagem e; (ii) na realidade econômica e tecnológica das famílias

produtoras, abrangendo culturas que representem a realidade do campo voltada à agricultura familiar e que sejam amplamente cultivadas.

5.1.3. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA.

Os aspectos provenientes da matemática financeira são usados na análise de projetos de investimentos, quando ainda em fase de estudo. A análise de um projeto deverá evidenciar não só a sua viabilidade sob a ótica microeconômica, mas também como este se insere no contexto mais amplo, setorial e macroeconômico. Nesse sentido, avalia os aspectos microeconômicos sob a abordagem da inter-relação destes com os efeitos buscados em nível do planejamento para a análise de viabilidade econômica do uso dos FIBRO na agricultura.

Para a análise de viabilidade econômica, será calculada e determinada a energia requerida na moagem das diferentes rochas selecionadas para este estudo.

5.1.4. ELABORAÇÃO DE MATERIAIS INFORMATIVOS SOBRE O A UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS DURANTE O PROCESSO DE LAVRA E BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS COMO REMINERALIZADORES DE SOLOS AGRÍCOLAS.

5.1.5. DISSEMINAÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA O PÚBLICO-ALVO ATRAVÉS DE SEMINÁRIOS, PALESTRAS, REPORTAGENS, ARTIGOS CIENTÍFICOS E LIVROS.

5.1.6. ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO PARCIAL.

5.1.7. ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO FINAL.

5.2. Metodologia - linha de ação 2 (CETEM – RJ).

5.2.1 CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DAS AMOSTRAS.

A caracterização tecnológica das amostras minerais, suas frações granulométricas e eventuais produtos de seu processamento será realizada nos laboratórios do CETEM (sede e NRES), com o uso das técnicas de análises como a Fluorescência de Raios X (elementos maiores), e após dissolução da amostra por ICP OES, Absorção Atômica. A identificação e quantificação de minerais será realizada por Difractometria de Raios X (DRX), com quantificação pelo método de *Rietveld*.

5.2.2. TESTES DE BIODISSOLUBILIZAÇÃO.

Serão realizados ensaios de bancada com o objetivo de avaliar o potencial de diversos microrganismos na liberação de potássio, tanto provenientes de isolamento prévio ou obtidos de coleção de cultura.

5.2.3. ENSAIOS HIDROMETALÚRGICOS PARA A OBTENÇÃO DE POTÁSSIO.

A partir das amostras de rochas ornamentais e de agregados representativos serão realizados testes para definição de rotas hidrometalúrgicas que poderão incluir as técnicas de lixiviação atmosférica, utilizando frascos sob agitação ou colunas e, diferentes ácidos minerais e orgânicos como agentes lixiviantes. O resíduo lixiviado será filtrado, lavado e seco para análise por ICP-OES, assim como o licor.

5.2.4. ENSAIOS BIOHIDROMETALÚRGICOS PARA A OBTENÇÃO DE POTÁSSIO.

Serão realizados ensaios de bancada utilizando frascos *erlenmeyers* sob agitação, avaliando diferentes parâmetros importantes no processo como a quantidade e granulometria das amostras, após incubação sob condições controladas. Para o controle do processo serão realizados ensaios nas mesmas condições sem inoculação. O resíduo lixiviado será filtrado, lavado e seco para análise por ICP-OES, assim como o meio após cultivo.

5.2.5. ENSAIOS DE METAGENÔMICA PARA AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA APLICAÇÃO DOS REMINERALIZADORES NO SOLO.

O experimento será conduzido em vasos contendo aproximadamente 3 kg de terra proveniente do campo experimental de plantio orgânico, município de Magé, RJ, que apresenta baixa fertilidade natural, principalmente baixos teores de fósforo e potássio. A análise química das amostras de solo será realizada de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (2017), para verificação dos níveis de fertilidade e definição da adubação recomendada. Os experimentos serão conduzidos em diferentes condições: com a aplicação dos remineralizadores como fonte principal de K; com fertilização utilizando NPK comercial; e sem fertilização. Serão realizados plantios de cultura de grande importância pela utilização direta na alimentação humana e de animais, bem como na indústria para a produção de álcool, bebidas, biocombustível, entre outros.

O DNA total será extraído da amostra composta de solo de cada condição testada. A composição da comunidade bacteriana será determinada pelo sequenciamento da região V3-V4 do gene 16S rRNA tradicionalmente usados pelo Earth Microbiome Project (<http://www.earthmicrobiome.org/emp-standard-protocols/16s/>). Para a amplificação do gene de interesse será utilizado a tecnologia de Primer Fusion. Os produtos de PCR gerados serão purificados e em seguida, quantificados. Uma biblioteca para cada amostra será preparada usando o sistema automatizado Ion Chef™ Instrument e o sequenciamento das bibliotecas será realizado na plataforma Ion Torrent Personal Genome Machine®. As análises dos dados gerados serão realizadas conforme descrito pelo Projeto Microbioma Brasileiro, disponível em <http://www.brmicrobiome.org/16siontorrent> (Pyrloet al., 2014).

6. PRODUTOS

O principal produto que se busca obter com este projeto é o entendimento dos impactos decorrentes da utilização de diferentes resíduos gerados durante o processo de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais e agregados em substituição parcial aos fertilizantes minerais solúveis comerciais utilizados para o desenvolvimento de culturas agrícolas de interesse econômico, em condições de laboratório e casa de vegetação, de modo que o resultado a ser obtido com o projeto realmente sirva de base para a implementação de medidas adaptativas e/ou mitigadores pelo setor de rochas ornamentais frente aos impactos ambientais decorrentes da

produção de resíduos e, também, frente a dependência nacional de insumos agrícolas importados. O presente projeto visa também obter como produto tecnologias diferenciadas para extração de potássio a partir de resíduos provenientes da cadeia produtiva de rochas ornamentais do Estado do Espírito Santo e de agregados provenientes do Estado do Rio de Janeiro, por processos de hidrometalurgia e biohidrometalurgia.

Os resultados obtidos beneficiarão a tomada de ações estratégicas, preventivas ou mitigadoras pelo setor de rochas ornamentais e de agregados bem como por órgãos governamentais e de instituições de pesquisa, no direcionamento das pesquisas voltadas ao aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais e de agregados.

Detalhadamente, a partir desta pesquisa serão produzidos os seguintes produtos:

6.1. Relatório parcial (12 meses) - Elaboração de relatório parcial contendo descrição geral dos trabalhos realizados e seus encaminhamentos e desdobramentos.

6.2. Relatório final (18 meses) - Elaboração de relatório final contendo descrição geral dos trabalhos realizados e seus encaminhamentos e desdobramentos.

6.3. Publicação de materiais informativos (reportagens e/ou artigos científicos e/ou livros), tendo como objetivo disseminar informações básicas inerentes ao tema da pesquisa.

6.4. Eventos - Realização de workshops e/ou seminários e/ou palestras para disseminação de informações de tecnologias e processos; capacitação por especialistas, e apresentação dos resultados.

7. RESULTADOS

7.1. Linha de ação 1 (CETEM – NRES).

- Definição das diferentes granulometrias de cada um dos diferentes resíduos de rochas ornamentais analisados.
- Caracterização dos principais nutrientes que compõe cada um dos diferentes resíduos de rochas ornamentais analisados.
- Estimativa do tempo de liberação dos principais nutrientes que compõe os diferentes resíduos gerados na produção de rochas ornamentais, nas diferentes granulometrias analisadas.
- Avaliação e caracterização do desenvolvimento vegetativo das diferentes culturas de interesse econômico estudadas, mediante a utilização de diferentes resíduos gerados na produção de rochas ornamentais em substituição parcial aos fertilizantes minerais comerciais.
- Avaliação e caracterização dos aspectos fitossanitárias das diferentes culturas de interesse econômico estudadas, mediante a utilização de diferentes resíduos gerados na produção de rochas ornamentais em substituição parcial aos fertilizantes minerais comerciais.
- Avaliação do progresso temporal das diferentes doenças que venham a incidir sobre as culturas em estudo.
- Avaliação da produção e da produtividade de diferentes culturas de interesse econômico estudadas, mediante a utilização de diferentes resíduos gerados na produção de rochas ornamentais em substituição parcial aos fertilizantes minerais comerciais.

- Determinação das concentrações de resíduos mais eficientes na substituição parcial aos fertilizantes minerais comerciais utilizados para o desenvolvimento das culturas de interesse econômico estudadas.
- Determinação da energia requerida na moagem das diferentes rochas selecionadas para este estudo;
- Determinação do custo de produção das diferentes culturas de interesse econômico estudadas nos diferentes cenários de produção (convencional e com o uso dos resíduos).
- Correlação dos resultados obtidos durante a pesquisa com as exigências previstas na Instrução Normativa (IN) Brasileira nº 05, de 10 de março de 2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2016).
- Disponibilização dos dados e das informações obtidas através de publicações (artigos científicos, resumos de eventos, capítulos de livro, palestras, etc).

7.2. Linha de ação 2 (CETEM – RJ).

- Identificação do potencial uso de rotas biohidrometalúrgicas para a obtenção de potássio a partir de resíduos de rochas ornamentais e de agregados;
- Avaliação da aplicação de rotas hidrometalúrgicas, para a obtenção de potássio a partir de resíduos de rochas ornamentais e de agregados;
- Avaliação do impacto da aplicação de remineralizadores sobre a microbiota do solo utilizando a metagenômica, em função da escassez de informações sobre possíveis efeitos adversos do seu uso.
- Obtenção de resultados com alta relevância do ponto de vista técnico-científico do microbioma solo/remineralizador, uma vez que os dados ecológicos obtidos com a metagenômica, bem como os dados oriundos das análises químicas do solo e da planta, servirão de base para o desenvolvimento de inovações (bio)tecnológicas com grande potencial de aplicação na agricultura.

8. CAPACIDADE TÉCNICA GERENCIAL DO PROPONENTE

A equipe do Centro de Tecnologia Mineral, conta com profissionais, graduados, mestres e doutores, especialistas nos temas em tela da presente proposta, com ênfase no “aproveitamento de resíduos de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais para fins agrícolas (rochagem)” e em processos metalúrgicos e biotecnológicos, com uso de modernas técnicas moleculares. Como única instituição pública de pesquisa dedicada à tecnologia mineral e a questões ambientais relacionadas, o CETEM realiza atividades de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Serviços Tecnológicos com amostras de empresas de quase todas as unidades da federação, em escala de laboratório ou piloto, e em conformidade com a economia circular. Com foco na inovação tecnológica para o setor mineral, os benefícios advindos das pesquisas realizadas no Centro contribuem para o desenvolvimento econômico e social do País.

9. SUSTENTABILIDADE DO PROJETO

O presente Projeto se enquadra, e visa apoiar a cadeia produtiva de rochas ornamentais e agregados e do agronegócio, na destinação e utilização mais racional e sustentável dos resíduos gerados durante o processo de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais e agregados

concomitantemente a fertilização e correção da acidez de solos agrícolas, servindo de suporte as empresas do setor e estando alinhado aos conceitos inerentes a economia circular. Para tal deve-se contar com o apoio de instituições já engajadas e atuantes no setor, tais como a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – ABIROCHAS, o Sindicato das Indústrias de Rochas Ornamentais, Cal e Calcário do Espírito Santo – SINDIROCHAS, o Centro Brasileiro dos Exportadores de Rochas Ornamentais – CENTROROCHAS, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, a Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, além de empresas privadas do setor.

10. METAS E ETAPAS

10.1. Linha de ação 1 (CETEM – NRES).

META 1 – Revisão bibliográfica:

1.1. Revisão contínua dos conceitos e metodologias propostas.

META 2 – Grau de maturidade tecnológica (TRL):

2.1. Estabelecimento e ajuste contínuo do TRL por etapa de execução.

META 3 – Seleção e caracterização das rochas:

3.1. Seleção das rochas;

3.2. Análise Petrográfica;

3.3. Cominuição;

3.4. Homogeneização;

3.5. Peneiramento

3.6. Quarteamento;

3.7. Ajuste e classificação granulométrica mediante IN nº 05/2016;

3.8. Determinação da composição química por FRX;

3.9. Determinação da composição mineralógica por DRX;

3.10. Quantificação do teor de dióxido de silício (SiO_2 – sílica livre) das amostras pelo método de Rietveld;

3.11. Teste de solubilização;

3.12. Emissão de relatório parcial interno.

META 4 – PROTOCOLO AGRONÔMICO I

4.1. Aquisição de insumos;

4.2. Montagem do experimento;

- 4.3. Condução e manutenção do experimento;
- 4.4. Envio das unidades amostrais para análise em laboratório credenciado;
- 4.5. Análise dos tratamentos por período de avaliação;
- 4.6. Interpretação dos resultados obtidos por período de avaliação;
- 4.7. Emissão de relatório parcial interno.

META 5 – PROTOCOLO AGRONÔMICO II

- 5.1. Definição dos melhores resultados obtidos na etapa anterior (Meta 4);
- 5.2. Aquisição de insumos;
- 5.3. Montagem do experimento;
- 5.4. Condução e manutenção do experimento;
- 5.5. Envio das unidades amostrais para análise em laboratório credenciado;
- 5.6. Análise dos tratamentos por período de avaliação;
- 5.7. Interpretação dos resultados obtidos por período de avaliação;
- 5.8. Emissão de relatório parcial interno.

META 6 – ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA

- 6.1. Interpretação dos resultados obtidos na etapa anterior (Meta 5);
- 6.2. Determinação da energia requerida na moagem das diferentes rochas selecionadas para este estudo;
- 6.3. Análise da viabilidade econômica;
- 6.4. Emissão de relatório parcial interno.

META 7 – DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

- 7.1. Elaboração de materiais informativos inerentes ao tema;
- 7.2. Disseminação dos resultados obtidos através de seminários, palestras, reportagens, artigos científicos e livros;
- 7.3. Redação de relatório parcial oficial;
- 7.4. Redação de relatório final oficial.

10.2. Linha de ação 2 (CETEM – RJ).

META 1 – Caracterização das amostras:

- 1.1. Recebimento e preparo;
- 1.2. Caracterização química e mineralógica;
- 1.3. Relatório parcial.

META 2 – Ensaios de Biossolubilização:

- 2.1. Seleção de microrganismos solubilizadores de potássio;
- 2.2. Realização de ensaios de solubilização com as linhagens microbianas selecionadas;
- 2.3. Relatório parcial.

META 3 - Ensaios Hidrometalúrgicos:

- 3.1. Determinação dos agentes de lixiviação;
- 3.2. Realização dos ensaios de lixiviação em bancada;
- 3.3. Relatório parcial e divulgação de resultados.

META 4 - Ensaios Biohidrometalúrgicos:

- 4.1. Realização de ensaios de bancada;
- 4.2. Relatório parcial e divulgação de resultados.

META 5 – Ensaios de aplicação de remineralizadores no solo:

- 5.1. Realização de ensaios em casa de vegetação;
- 5.2. Análise metagenômica das amostras de solo dos ensaios realizados no ítem 5.1;
- 5.3. Análise através da bioinformática para identificação dos microrganismos e suas funções;
- 5.4. Relatório Parcial e divulgação dos resultados.

META 6 – Relatórios:

- 6.1. Relatório Técnico Parcial do Projeto;
- 6.2. Relatório Técnico Final do Projeto.

11. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO FÍSICO-FINANCEIRO

11.1. Linha de ação 1 (CETEM – NRES).

Metas/ Produtos ETAPA 1	Descrição	Indicador Físico		Indicador Financeiro		Duração	
		Unidade de Medida	Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Início	Fim
META 1	Revisão bibliográfica	Relatório	01	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Ago/22	Jan/24
Produto 1.1	Revisão contínua dos conceitos e metodologias propostas	Relatório	01	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Ago/22	Jan/24
META 2	Grau de Maturidade Tecnológica (TRL)	Relatório	01	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Ago/22	Jan/24
Produto 2.1	Estabelecimento e ajuste contínuo do TRL por etapa de execução	Relatório	01	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Ago/22	Jan/24
META 3	Seleção e caracterização das rochas	Relatório	01	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Ago/22	Jan/23
Produto 3.1	Seleção das rochas	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Ago/22	Set/22
Produto 3.2	Análise Petrográfica	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Set/22	Out/22
Produto 3.3	Cominuição	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Set/22	Out/22
Produto 3.4	Homogeneização	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Out/22	Nov/22
Produto 3.5	Peneiramento	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Out/22	Nov/22
Produto 3.6	Quarteamento	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Out/22	Nov/22
Produto 3.7	Ajuste e classificação granulométrica mediante IN N°05/2016	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Out/22	Nov/22
Produto 3.8	Determinação da composição química por FRX	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Nov/22	Dez/22
Produto 3.9	Determinação da composição mineralógica por DRX	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Nov/22	Dez/22
Produto 3.10	Quantificação do teor de dióxido de silício (SiO ₂ – sílica livre) das amostras pelo método de Rietveld;	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Nov/22	Dez/22
Produto 3.11	Teste de solubilização;	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Nov/22	Dez/22
Produto 3.12	Emissão de relatório parcial interno.	Relatório	01	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Dez/22	Jan/2023
META 4	PROTOCOLO AGRONÔMICO I	Relatório	01	-	R\$ 114.300,00	Dez/22	Jul/2023
Produto 4.1	Aquisição de insumos/equipamentos	-	-	-	R\$ 93.000,00	Dez/22	Jan/23
Produto 4.2	Montagem do experimento	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Jan/23	Jan/23
Produto 4.3	Condução e manutenção do experimento	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Jan/23	Jun/23
Produto 4.4	Envio das unidades amostrais para análise em laboratório credenciado	-	-	R\$ 45,00	R\$ 21.300,00	Jan/23	Jun/23

Metas/ Produtos	Descrição	Indicador Físico		Indicador Financeiro		Duração	
		Unidade de Medida	Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Início	Fim
Produto 4.5	Análise dos tratamentos por período de avaliação	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Jan/23	Jul/23
Produto 4.6	Interpretação dos resultados obtidos por período de avaliação	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Jan/23	Jun/23
Produto 4.7	Emissão de relatório parcial interno	Relatório	01	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Jun/23	Jul/23
META 5	PROTOCOLO AGRONÔMICO II	Relatório	01	-	R\$ 30.000,00	Mai/23	Dez/23
Produto 5.1	Definição dos melhores resultados obtidos na etapa anterior (Meta 4)	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Jul/23	Jul/23
Produto 5.2	Aquisição de insumos	-	-	-	R\$ 3.000	Mai/23	Jul/23
Produto 5.3	Montagem do experimento	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Jul/23	Ago/23
Produto 5.4	Condução e manutenção do experimento	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Ago/23	Dez/23
Produto 5.5	Envio das unidades amostrais para análise em laboratório credenciado	-	-	R\$ 45,00	R\$ 27.000,00	Ago/23	Dez/23
Produto 5.6	Análise dos tratamentos por período de avaliação	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Ago/23	Dez/23
Produto 5.7	Interpretação dos resultados obtidos por período de avaliação	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Ago/23	Dez/23
Produto 5.8	Emissão de relatório parcial interno	Relatório	01	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Dez/23	Dez/23
META 6	ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA	Relatório	01	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Nov/23	Dez/23
Produto 6.1	Interpretação dos resultados obtidos na etapa anterior (Meta 5)	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Nov/23	Dez/23
Produto 6.2	Determinação da energia requerida na moagem das diferentes rochas selecionadas para este estudo	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Nov/23	Dez/23
Produto 6.3	Análise da viabilidade econômica	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Dez/23	Dez/23
Produto 6.4	Emissão de relatório parcial interno	Relatório	01	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Dez/23	Dez/23
META 7	DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA	Relatório	02	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Dez/22	Jan/24
Produto 7.1	Elaboração de materiais informativos inerentes ao tema	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Dez/22	Jan/24
Produto 7.2	Disseminação dos resultados obtidos através de seminários, palestras, reportagens, artigos científicos e livros	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Dez/22	Jan/24
Produto 7.3	Redação de relatório parcial oficial	Relatório	01	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Jul/23	Jul/23
Produto 7.4	Redação de relatório final oficial	Relatório	01	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Jan/24	Jan/24

Metas/ Produtos	Descrição	Indicador Físico		Indicador Financeiro		Duração	
		Unidade de Medida	Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Início	Fim
ETAPA 1							
Administração	Fundação de Apoio	-	01	5.700,00	5.700,00*	Ago/22	Jan/24

*Referente ao pagamento de 10% do valor financiado para custeio a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Computação Científica – FACC.

11.2. Linha de ação 2 (CETEM – RJ).

Metas/ Produtos	Descrição	Indicador Físico		Indicador Financeiro		Duração	
		Unidade de Medida	Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Início	Fim
ETAPA 2							
META 1	Caracterização das amostras	Relatório	01	0,00	0,00	Ago/22	Jan/24
PRODUTO 1.1	Preparo das amostras	Relatório				Ago/22	Jan/24
PRODUTO 1.2	Caracterização Química e Mineralógica	Relatório		0,00	0,00	Ago/22	Jan/24
META 2	Ensaio de Biossolubilização	Relatório	01	24.000,00	24.000,00	Ago/22	Jan/23
PRODUTO 2.1	Seleção de microorganismos solubilizadores de potássio	Relatório				Ago/22	Set/22
PRODUTO 2.2	Ensaio de biossolubilização com as linhagens microbianas selecionadas – Análise Química	Relatório		24.000,00	24.000,00	Out/22	Jan/23
META 3	Ensaio Hidrometalúrgicos	Relatório	01	10.000,00	10.000,00	Jan/23	Ago/23
PRODUTO 3.1	Determinação dos agentes de lixiviação	Relatório		10.000,00	10.000,00	Jan/23	Ago/23
PRODUTO 3.2	Realização dos ensaios de lixiviação em bancada	Relatório				Jan/23	Ago/23
META 4	Ensaio Bio-hidrometalúrgicos	Relatório	01	24.000,00	24.000,00	Fev/23	Jul/23
PRODUTO 4.1	Realização de ensaios de bancada	Relatório			-	Fev/23	Jul/23
META 5	Ensaio de aplicação de remineralizadores no solo	Relatório	01	77000,00	77.000,00	Jul/23	Dez/23
PRODUTO 5.1	Realização de ensaios em casa de vegetação	relatório		-	-	Jul/23	Dez/23
PRODUTO 5.2	Análise Metagenômica das amostras de solo	Relatório		62.000,00-	62.000,00	Ago/23	Jan/24
PRODUTO 5.3	Análise de Bioinformática	Relatório		15.000,00	15.000,00	Out/23	Jan/24
META 6	Elaboração de relatório final	Relatório	02	0,00	0,00	Abr/23	Jan/24
PRODUTO 6.1	Relatório Parcial do Objeto Pactuado	Relatório	01	-	-	Abr/23	Abr/23
PRODUTO 6.2	Relatório Técnico Final do Projeto	Relatório	01	-	-	Jan/24	Jan/24

Metas/ Produtos	Descrição	Indicador Físico		Indicador Financeiro		Duração	
		Unidade de Medida	Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Início	Fim
ETAPA 2							
Administração	Fundação de Apoio	-	01	15.000,00	15.000,00	Ago/22	Jan/24

12. PLANO DE APLICAÇÃO CONSOLIDADO

12.1. Linha de Ação 1 (CETEM – NRES).

CÓDIGO DA NATUREZA DA DESPESA	CUSTO INDIRETO	VALOR PREVISTO
Custeio - 339039.99	<i>(Sim/Não)</i>	R\$ 67.000,00
Capital - 449052.00	<i>(Sim/Não)</i>	R\$ 83.000,00

12.1.2. JUSTIFICATIVA CAPITAL.

Um dos maiores entraves nas pesquisas de rochagem são relacionados à demanda financeira para custear a elevada quantidade de análises do solo necessárias para a efetiva realização das pesquisas e comprovação da eficiência do sistema de rochagem. As análises do solo são comumente compostas por: análise de rotina, análise granulométrica, análise de micronutrientes, análise de fósforo remanescente e análise da matéria orgânica, as quais somam custo aproximado de R\$ 79,00^{*1} por amostra de solo em laboratório credenciado pela EMBRAPA.

Objetivando uma menor dependência externa do CETEM frente a este e aos futuros projetos na área de rochagem, torna-se necessária a ampliação da estrutura laboratorial, a partir da aquisição dos equipamentos necessários para a avaliação da fertilidade do solo frente à prática da rochagem, em atendimento a IN n° 05/2016 do MAPA.

A aquisição dos equipamentos listados a seguir, somado a atual estrutura física laboratorial do CETEM, possibilitará a criação de um laboratório especializado em análises de solos agrícolas para fins de rochagem. Considerando que o atual aporte financeiro não irá suprir toda a demanda de equipamentos, justifica-se os valores previstos apresentados para as despesas de custeio, mais especificamente com a contratação de serviço terceirizado para a realização das análises de solo.

Itens	Quantidade
Equipamentos para Laboratório	
Espectrofotômetro Uv/vis	1
Moinho de Solo TE-330	1
Fotômetro de chama	1
pH metro de bancada	1
Bureta digital	3
Bloco digestor de proteína	1
Chapa aquecedora	1
Agitador magnético	2
Bancadas de trabalho	2
Impressora Laser Multifuncional Colorida	1

12.2. Linha de Ação 2 (CETEM – RJ).

CÓDIGO DA NATUREZA DA DESPESA	CUSTO INDIRETO	VALOR PREVISTO
Custeio - 339039.99	(<i>Sim/Não</i>)	R\$ 150.000,00
Capital - 449052.00	(<i>Sim/Não</i>)	R\$ 0,00

13. REFERÊNCIAS

- Abirochas, 2020. Balanço das exportações e importações brasileiras de rochas ornamentais em 2019, 1a ed. Brasília: Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Disponível em: <https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2020/06/Informe-01_2020-Balan%C3%A7o-2019.pdf>. Acesso em 11 abril 2022.
- Abirochas, 2021a. O setor de rochas ornamentais 2021, 1a ed. Brasília: Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Disponível em: < <https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2021/10/Perfil-das-Atividades-Setoriais-Brasil-2021.pdf> >. Acesso em 11 abril 2022.
- Abirochas, 2021b. Balanço das exportações e importações brasileiras de rochas ornamentais no período janeiro-outubro de 2021 - Informe 07/2021, 1a ed. Brasília: Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Disponível em: <https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2021/02/Informe-01_2021-Balanco-2020.pdf>. Acesso em 11 abril 2022.
- ABNT, 2004. NBR 10.006:2004: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, 1a ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira De Normas Técnicas.
- ABNT, 2015. NBR 15845-1:2015: Rochas para Revestimento – Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro: Associação Brasileira De Normas Técnicas.
- BEST, M. G. Igneous and metamorphic petrology. Blackwell Publishing Company: Malden – USA, e.2, 2003. 758p.
- BRASIL. Lei Federal no 6.894, de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura, e dá outras providências. 1980.
- BRASIL. Lei no 12.890, de 10 de dezembro de 2013. Altera a Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura, e dá outras providências. 2013.
- BRASIL. Instrução Normativa no 5, de 10 de março de 2016. Estabelece as regras sobre definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda dos remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura. 2016.
- BRASIL. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA, 2017. 240p.
- Brito, R.S., Batista, J.F., Moreira, J.G.V., Moraes, K.N.O., Silva, S.O., 2019. Rochagem na agricultura: importância e vantagens para adubação suplementar. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v., n.1, p.528-540.
- Camara, G.R., Faitanin, B.X., Silveira, L.L.L., Chiodi Filho, C., Santos, E.S., 2021. Utilização de rochas ornamentais ricas em minerais potássicos como fonte alternativa de insumo agrícola via rochagem – Parte I. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI. Available in:

- <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2423/1/SRMI-30.pdf>>. Accessed 11 March 2022.
- CNA, 2021. PIB do agronegócio alcança participação de 26,6% no PIB brasileiro em 2020. Brasília: Confederation of Agriculture and Livestock of Brazil. Available in: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.pib_dez_2020.9mar2021.pdf>. Accessed 11 March 2022.
- Comexstat, 2022. Foreign Trade Statistics System. Ministry of Economy – Brazil. Available in: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Accessed 16 March 2022.
- Globalfert, 2021. Outlook GlobalFert 2021: 2º reporte anual do mercado de fertilizantes – 2021. Brasília: GlobalFert. Available in: <<https://www.globalfert.com.br/OGFposEvento/arquivo/Outlook-GlobalFert-2021.pdf>>. Accessed 16 March 2022.
- Góes, M.A.C., Luz, A.B., Possa, M.V., 2010. Tratamento de minérios. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, p. 23-44.
- IBGE, 2020. Levantamento sistemático da produção agrícola: dezembro 2019. Brasília: Brazilian Institute of Geography and Statistics.
- Kreter, A.C., Pastre, R., Servo, F., 2022. Carta de conjuntura, XIII. Brasília: Institute of Applied Economic Research – IPEA.
- Oliveira, C.N., Queiróz, J.P.C., Ribeiro, R.C.C., 2010. Efeito da fertilização do solo com resíduos de rochas ornamentais na qualidade do biodiesel extraído. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI.
- R core team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Rietveld, H.M., 1969. A profile refinement method for nuclear and magnetic structures. Journal of Applied Crystallography, v.2, p.65-71.
- Santos, M., Glass, V., 2018. Atlas do agronegócio: fatos e números sobre as corporações que controlam o que comemos. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll.
- Silveira, C.A.P.; Bamberg, A.L.; Martinazzo, R.; Pillon, C.N.; Martins, E.D.; Piana, C.F.B.; Ferreira, L.H.G.; Pereira, I.S. Protocolo para avaliação da eficiência agrônômica de remineralizadores de solo – primeira versão. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 23p., 2019b.
- Silveira, C.A.P.; Bamberg, A.L.; Martinazzo, R.; Pillon, C.N.; Martins, E.D.; Piana, C.F.B.; Ferreira, L.H.G.; Pereira, I.S.; STUMPF, L. Instruções para planejamento e condução de experimentos com fertilizantes, inoculantes, corretivos, biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 7p., 2019a.