

1º Workshop Brasileiro de Lithothamnium Uso de bioclásticos marinhos na agricultura



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

DOCUMENTOS 232

1º Workshop Brasileiro de Lithothamnium

Uso de bioclásticos marinhos na agricultura

*Silvio Roberto de Lucena Tavares
Natália Fernandes Rodrigues
José Carlos Polidoro
David Vilas Boas de Campos
Gabriela Martins Corrêa
Editores Técnicos*

Embrapa Solos

Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024.
Jardim Botânico
Rio de Janeiro, RJ
CEP: 22460-000
Tel: + 55 (21) 2179-4500
<https://www.embrapa.br>
<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Solos

Presidente
Silvio Barge Bhering

Secretário-Executivo
Marcos Antônio Nakayama

Membros
*Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira,
David Vilas Boas de Campos, Evaldo de Paiva Lima,
José Francisco Lumbreras, Joyce Maria Guimarães
Monteiro, Lucia Raquel Queiroz Pereira da Luz,
Maurício Rizzato Coelho, Wenceslau Geraldes
Teixeira*

Supervisão editorial
Marcos Antônio Nakayama

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Natália Fernandes Rodrigues

Capa
Silvio Roberto de Lucena Tavares

1ª edição
on-line (2022)

"O conteúdo, texto, normalização e formatação desta publicação são de
responsabilidade dos autores"

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Solos

1º Workshop Brasileiro de Lithothamnium : Uso de bioclásticos marinhos na agricultura/ Silvio Roberto de Lucena Tavares ... [et al.], editores técnicos. – Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2022.
96 p. – (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 232).

1. *Lithothamnium*. 2. Granulado Bioclástico Marinho. 3. Fertilizantes. I. Tavares, Silvio Roberto de Lucena. II. Rodrigues, Natália Fernandes. III. Polidoro, José Carlos. IV. Campos, David Vilas Boas de. V. Corrêa, Gabriela Martins. VI. Embrapa Solos. VII. Série.

CDD 631.587

Editores técnicos

Silvio Roberto de Lucena Tavares

Engenheiro-agrônomo, doutor em Geotécnia Ambiental, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Natália Fernandes Rodrigues

Engenheira-agrícola, doutoranda em Ciências do Solo, bolsista de pós-graduação da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

José Carlos Polidoro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

David Vilas Boas de Campos

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Gabriela Martins Corrêa

Graduanda em Engenharia Agrícola, bolsista de graduação da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Apresentação

O Brasil apesar de ser um player mundial na produção e exportação de alimentos, fibras e energia, advindas do seu setor agropecuário, é extremamente dependente de fertilizantes importados. Essa dependência externa em um mercado dominado por poucos fornecedores deixa a economia brasileira, fortemente apoiada no agronegócio, muito vulnerável as oscilações do mercado internacional de fertilizantes.

Logo, o momento atual de extrema desorganização das cadeias mundiais de suprimentos, principalmente a cadeia de fertilizantes, esse tema: Granulados Bioclásticos Marinhos (GBM), ainda pouco conhecido e utilizado no país, tem de vir à tona para discussão técnica e científica do seu uso para a agricultura, já que temos a maior reserva mundial desses bioclásticos.

A exploração e o uso de bioclásticos marinhos no Brasil são assuntos ainda desconhecidos e sensíveis para a maioria da população brasileira e necessita urgente ser trazido para a discussão honesta e profunda com a comunidade técnica e científica, a fim de analisar a sua viabilidade técnica, econômica e sustentável, porque podemos estar diante de um mar de oportunidades sustentáveis para o Brasil, bem como, a oportunidade de vim do mar, parte da solução para a os solos nacionais.

Esta publicação descreve de forma precisa todas as palestras técnicas e mesas redondas apresentadas no 1º Workshop Brasileiro de *Lithothamnium*, que teve como principal ênfase o uso desses bioclásticos marinhos na agricultura, organizada pela Embrapa Solos e pela Rede FertBrasil ocorrida em maio de 2022. Esperamos que essa publicação contribua com o assunto e abra esse importante debate técnico-científico no país.

Maria de Lourdes Mendonça Santos Brefin

Chefe Geral da Embrapa Solos

Sumário

| | |
|--|----|
| Introdução..... | 9 |
| Mesa Redonda 1 | 10 |
| Palestra 1: “O aproveitamento de Granulados Bioclásticos Marinhos como Alternativa para a Indústria de Fertilizantes no Brasil” - Vanessa Maria Mamede Cavalcanti (ANM)..... | 10 |
| Palestra 2: “Fertilidade dos Solos Brasileiros e o Potencial de Uso de Bioclásticos Marinhos” - Everaldo Zonta (UFRRJ)..... | 15 |
| Discussão referente à Mesa Redonda 1 | 18 |
| Mesa Redonda 2 | 22 |
| Palestra 3: “Agricultura Regenerativa: O Uso de <i>Lithothamnium</i> para Remineralizar, Condicionar e Revitalizar as Terras Agrícolas” - Paulo César de Melo | 22 |
| Palestra 4: “O Uso do <i>Lithothamnium</i> no Aumento da Eficiência de Fertilizantes em Sistema de Manejo do Solo” - João Carlos de Moraes Sá | 31 |
| Palestra 5: “Uso de <i>Lithothamnium</i> para Tratamento de Efluentes e seu Potencial Agrícola” - Alexandre Lioi Nascentes..... | 42 |
| Palestra 6: “Contribuição do Uso dos Granulados Bioclásticos Marinhos para a Transição de Modelos de Agricultura de Baixo Carbono” - Weber Antônio Neves do Amaral..... | 54 |
| Discussão referente à Mesa Redonda 2..... | 63 |
| Mesa Redonda 3 | 66 |
| Palestra 7: “Métodos e Técnicas para o Desenvolvimento de Novos Fertilizantes (NPK) com Eficiência Aumentada” - Paulo César Teixeira (Embrapa Solos) | 66 |
| Palestra 8: “Medidas de Controle e Monitoramento Ambiental no Licenciamento Ambiental” - Henrique Breda Arakawa (IBAMA) | 71 |
| Palestra 9: “Regulação e Legislação da Pesquisa e Lavra Mineral no Mar” - Vanessa Maria Mamede Cavalcanti (ANM) | 74 |
| Palestra 10: “Legislação de Fertilizantes Minerais: O Caso <i>Lithothamnium</i> ” - Henrique Bley (MAPA)..... | 80 |
| Discussão referente à Mesa Redonda 3..... | 83 |
| Mesa Redonda Deliberativa | 86 |
| Dados do evento | 92 |
| Propostas | 94 |
| Referências | 95 |

Introdução

O Brasil possui 5,7 milhões de quilômetros quadrados de área oceânica sob sua jurisdição (a chamada Amazônia Azul), o que corresponde a mais da metade da área terrestre brasileira. De acordo com a Marinha do Brasil, essa área é responsável por 95% do petróleo, 80% do gás natural e 45% do pescado produzido no país.

Segundo a Agência Nacional de Mineração, a plataforma continental brasileira possui o mais longo e contínuo depósito carbonático de algas calcárias do mundo, se estendendo por cerca de 4.000 km, desde o estado do Maranhão até o norte do Rio de Janeiro.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), elaborou o estudo *The Ocean Economy in 2030* mostrando que o oceano é a nova fronteira econômica e promete uma imensa riqueza de recursos e um grande potencial para impulsionar o crescimento econômico, o emprego e a inovação. A OCDE projeta que a economia oceânica alcançará US\$ 3 trilhões até 2030.

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de grãos, atrás apenas da China, Estados Unidos e Índia, sendo responsável por 7,8% da produção total mundial, e o segundo maior exportador de grãos do mundo, com uma participação nas exportações totais de 19%. O agronegócio brasileiro foi responsável por 48% do total das exportações brasileiras em 2020 e no mesmo ano, empregou 17,3 milhões de pessoas, que corresponde a 20,1% da taxa de emprego nacional.

Apesar deste gigantismo no setor agropecuário, o país importa mais de 80% dos fertilizantes utilizados na sua agricultura, evidenciando desta maneira, o nosso elevadíssimo nível de dependência externa de fertilizantes em um mercado marcado por poucos fornecedores.

Na tentativa de minorar essa dependência externa, foi lançado no início deste ano de 2022, pela Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, O Plano Nacional de Fertilizantes (PNF), como uma estratégia governamental para os fertilizantes no Brasil até o ano de 2050. Os Bioclásticos Marinhos, podem entrar, de certa maneira, nos três compartimentos incentivados pelo PNF que abrangem adubos, corretivos e condicionadores.

Esta publicação atende à meta ODS 14 - Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável; aumentar o conhecimento científico, desenvolver capacidades de pesquisa e transferir tecnologia marinha, tendo em conta os critérios e orientações sobre a Transferência de Tecnologia Marinha da Comissão Oceanográfica Intergovernamental, a fim de melhorar a saúde dos oceanos e aumentar a contribuição da biodiversidade marinha para o desenvolvimento dos países.

Mesa Redonda 1

A mesa redonda 1 foi concebida com o propósito de fornecer aos participantes uma apresentação inicial dos granulados bioclásticos marinhos e sua aplicação em solos tropicais. A mesa foi composta por **Vanessa Maria Mamede Cavalcanti**, Geóloga da Agência Nacional de Mineração (ANM), graduada em Geologia pela Universidade Federal do Ceará, especialista em Terrenos Sedimentares pelo Centro Integrado de Estudos Geológicos de Morro do Chapéu e mestre em Geologia pela Universidade Federal do Ceará, tendo defendido dissertação sobre aproveitamento de recursos minerais marinhos, e **Everaldo Zonta**, professor titular da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Engenheiro Agrônomo, com Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, mestre e doutor em Ciências do Solo também pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Palestra 1: “O aproveitamento de Granulados Bioclásticos Marinhos como Alternativa para a Indústria de Fertilizantes no Brasil” - Vanessa Maria Mamede Cavalcanti (ANM)

Nesta palestra foram apresentados os termos básicos, composição, produtividade, mercado consumidor, fatores ambientais referentes ao tema do workshop de acordo com o relatório intitulado: O aproveitamento de granulados bioclásticos marinhos como alternativa para a indústria de fertilizantes no Brasil elaborado pela Agência Nacional de Mineração. Ao final apresentada a proposta de Acordo Técnico Científico entre ANM, Centro de Geociências Aplicadas e Embrapa.

Compilação da palestra:

O *Lithothamnium* é um gênero de alga marinha da ordem Corallinales. Geralmente é gerada muita confusão no pensamento das pessoas que questionam se trata de um ser vivo ou morto? Na instrução normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que trata de fertilizantes é colocada que um produto de alga marinha *Lithothamnium*, e na verdade, o que estamos falando é de Granulados Bioclásticos Marinhos, que são sedimentos formados por fragmentos de algas calcáreas que se acumulam no fundo marinho, ou seja: são recursos minerais, são recursos não vivos. Esse esclarecimento é importante, pois trata-se de um assunto que gera muita confusão.

As algas calcárias são um agrupamento composto de 34 gêneros e cerca de 500 espécies, abrangendo habitats desde a zona intermarés até profundidades em torno de 200 metros em todas as latitudes do globo terrestre. Nenhum outro grupo de alga marinha ocupa tão ampla diversidade de habitat. São organismos que acumulam carbonatos de cálcio e inúmeros outros elementos em seu interior. Dessa forma, foi apresentado que o lithothamnium é um gênero de alga calcária marinha da ordem *Corallinales*, e o que se é empregado na agricultura está em um conceito mais amplo denominado granulados bioclásticos marinhos.

Assim, os granulados bioclásticos marinhos são sedimentos formados por areias e cascalhos inconsolidados, constituídos por fragmentos de algas coralíneas (algas vermelhas), artículos de *Halimeda* (algas verdes), moluscos, briozoários, foraminíferos bentônicos e quartzo. Os depósitos mais importantes do ponto de vista econômico são os que formam acumulações em que predominam as algas coralíneas não articuladas ou incrustantes, sob a forma de nódulos esféricos, discoides ou elipsoides (rodolitos) ou como fragmentos ramificados do gênero *Lithothamnium* (mäerl), considerados recursos minerais não-vivos.

Os talos de algas calcárias podem se acumular localmente, formando bancos, podendo chegar a vários quilômetros com diferentes composições de acordo com as regiões de ocorrência nos oceanos. Sua distribuição ocorre em todas as latitudes, destacando-se a costa brasileira pela grande quantidade disponível na plataforma continental que se estende por 4.000 km desde o estado do Maranhão até o norte do Rio de Janeiro. Ressalta-se que em alguns fundos oceânicos, ao largo da plataforma continental, na zona econômica exclusiva e na plataforma continental estendida, ocorrem montes submarinos nas cadeias norte brasileira, Fernando de Noronha e Vitória-Trindade, este recurso está disponível com profundidades inferiores a 60 metros, fator este muito importante para exploração mineral (Figura 1).

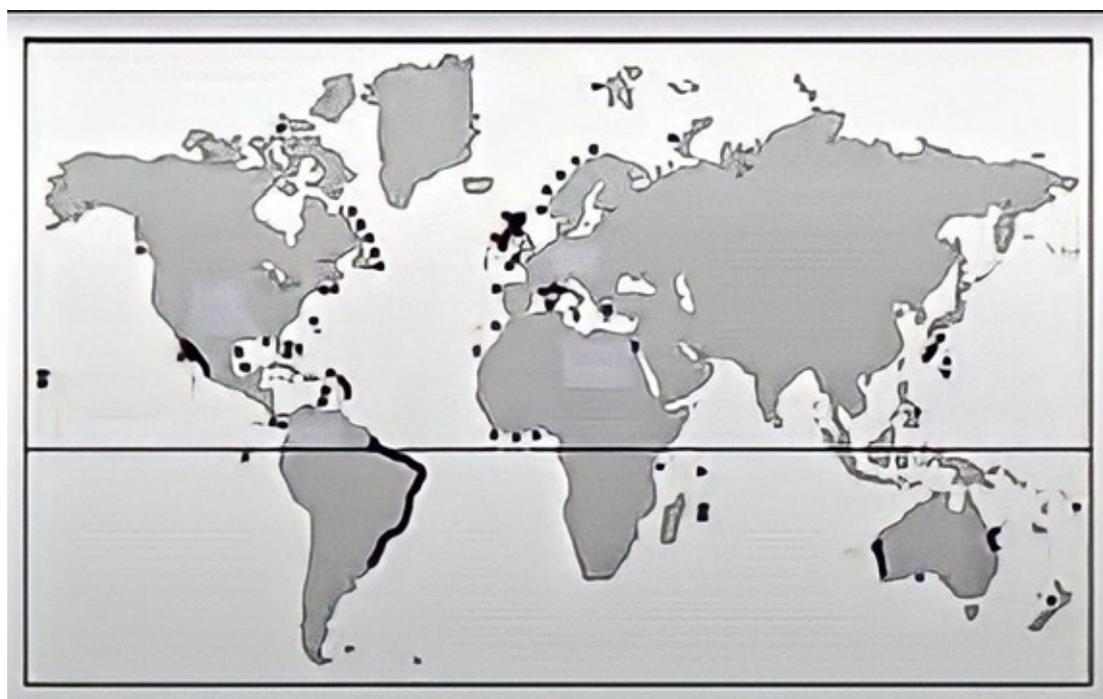


Figura 1. Distribuição de fundos de algas calcárias no Mundo.

Fonte: Adaptado de Foster (2001).

O Ao longo da plataforma continental brasileira, foi apresentada algumas regiões que se constituem, a priori, em locais onde a exploração econômica dos GBM poderá ser viabilizada: Plataforma Continental do Maranhão e Piauí; Cadeia Norte Brasileira e Cadeia de Fernando de Noronha; Plataforma Continental Nordeste; Plataforma Continental Leste e Cadeia Vitória-Trindade e Plataforma Continental Sudeste-Sul.

A composição química e especificação do fertilizante estão apresentados nas tabelas 1 e 2:

Tabela 1. Composição química média dos nutrientes presentes nos Bioclásticos Marinhos.

| Principais Nutrientes em uma Análise Típica * | | | |
|---|----------|------------------|----------|
| Elemento Químico | % | Elemento Químico | % |
| Cálcio (CaO) | 45,5 | Lítio (Li) | 5 ppm |
| Magnésio (MgO) | 3,8 | Flúor (F) | 800 ppm |
| Silício (SiO ₂) | 2,1 | Bismuto (Bi) | 8 ppm |
| Boro (B) | 20 ppm | Prata (Ag) | <1 ppm |
| Cobre (Cu) | 2 ppm | Alumínio (Al) | 0,70% |
| Enxofre (S) | 0,5 | Bário (Ba) | 5 ppm |
| Ferro (Fe ₂ O ₃) | 0,71 | Berílio (Be) | <1 ppm |
| Manganês (Mn) | 46 ppm | Escândio (Sc) | 1 ppm |
| Molibdênio (Mo) | 5 ppm | Titânio (Ti) | 0,01% |
| Zinco (Zn) | 11 ppm | Estanho (Sn) | 10 ppm |
| Cromo (Cr) | 4 ppm | Tungstênio (W) | <10 ppm |
| Cobalto (Co) | 8 ppm | Ítrio (Y) | 5 ppm |
| Cloro (Cl) | 0,2 | Zircônio (Zr) | 5 ppm |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | 0,11 | Lantânio (La) | 8 ppm |
| Potássio (K ₂ O) | 0,02 | Cério (Ce) | 8 ppm |
| Sódio (Na) | 0,25 | Neodímio (Nd) | 4 ppm |
| Vanádio (V) | 14 ppm | Samário (Sm) | 0,5 ppm |
| Níquel (Ni) | 10 ppm | Európio (Eu) | 0,5 ppm |
| Iodo (I) | 12 ppm | Gadolínio (Gd) | 0,05 ppm |
| Selênio (Se) | 1 ppm | Disprósio (Dy) | 0,3 ppm |
| Hólmio (Ho) | 0,05 ppm | Érbio (Er) | 0,1 ppm |
| Íterbio (Yb) | 0,1 ppm | Lutécio (Lu) | 0,01 ppm |

* por ser um produto natural os teores podem variar

Fonte: CAVALCANTI (2011).

Tabela 2. Especificação para Fertilizantes Minerais Simples.

| Instrução Normativa MAPA nº 39, de 08/08/2018 | | | | |
|---|---------------------------|---|--|---|
| Anexo 1 | | | | |
| Especificações dos fertilizantes minerais simples | | | | |
| Garantia Mínima | | | | |
| Fertilizantes | Teor e forma do nutriente | Solubilidade do nutriente/ granulometria | Obtenção | Observação |
| Alga marinha <i>lithothamnium</i> | 32% de Ca 2% de Mg | Cálcio e Magnésio teores totais | Extração e moagem a pó de depósitos naturais de algas marinhas <i>lithothamnium</i> | Especificação de natureza física: Pó. Este produto pode ser granulado, desde que seja produzido a partir de especificação de natureza física pó e seja utilizado agente desagregante. |

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento -MAPA (2018)

A composição química (64 elementos e 11 óxidos) e biótica dos bancos que possuem predominantemente fragmentos de *Lithothamnium* analisados pela ANM estão, geralmente, de acordo com as análises de referência, possuindo alguma variação por se tratar de um produto natural. Dessa forma, foi averiguado que todas as amostras com predomínio de fragmentos de algas do gênero *Lithothamnium* estão de acordo com as garantias mínimas previstas no Anexo II da Instrução Normativa MAPA nº39/2018 para utilização como fertilizante mineral e corretivo de acidez do solo.

A lavra dos granulados bioclásticos marinhos é limitada em função da profundidade e dos teores de mistura com areias quartzosas, estando os maiores teores de sílica geralmente relacionados a maior proximidade da costa ou a proximidade da foz de rios.

A partir das informações fornecidas sobre os granulados bioclásticos marinhos, foi realizada a comparação com o calcário continental. O calcário minerado on-shore é proveniente de uma rocha metassedimentar, onde o sedimento carbonático que deu origem a ele passou por muitas transformações durante o metamorfismo ao longo de alguns milhões de anos e os elementos originais foram transformados na rede cristalina que compõe a rocha (calcita, dolomita, etc.) e, desta forma, não estão facilmente disponíveis. Já o GBM (*Lithothamnium*) não tem origem geológica, são seres vivos (algas calcáreas), que acumulam carbonato de cálcio e magnésio, e depois de mortos, seu esqueleto mineral permanece no fundo do mar, sob a forma de rodolitos e/ou fragmentos formados por depósitos de granulados bioclásticos. A composição química do GBM também é diferente do similar terrestre, por conter uma série de nutrientes que os tornam mais atraentes para a indústria de fertilizantes, alimentícia, nutrição humana/animal e cosmética.

Abordou-se em específico seu uso como fertilizante, em que sua primeira menção foi datada no ano de 1186, na Europa, e sua exploração intensa na França por mais de 60 anos, atingindo a produção de 800.000 t ano⁻¹ nos anos 2000 e após este período foi suspensa (ICES, 2012). No Brasil ainda é um produto relativamente novo e pouco conhecido, com a produção aumentando a cada ano e com grande potencial devido aos níveis de reserva. O produto possui um mercado consumidor baseado na nutrição vegetal, nutrição animal, carcinicultura, tratamento de água e suplemento vitamínico e mineral.

Atualmente, o Brasil conta com duas regiões de produção de GBM (uma no Maranhão e outra no estado da Bahia). Observa-se que ao longo dos últimos anos (2017 a 2021), a produção bruta vem aumentando e hoje está na faixa de 90.000 toneladas por ano (Tabela 3).

Tabela 3. Substância mineral marinha.

| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <i>Produção Bruta(t)</i> | 40.222,50 | 40.815,97 | 52.566,66 | 66.742,07 | 91.950,31 |
| <i>Produção Beneficiada (t)</i> | 35.520,97 | 35.294,87 | 38.207,52 | 61.658,27 | 81.354,87 |
| <i>Valor da produção (R\$)</i> | 36.180.411,71 | 36.239.470,44 | 36.239.470,44 | 73.304.211,81 | 101.489.751,14 |
| <i>Preço médio de venda- Ton (R\$)</i> | 1.018,56 | 1.026,76 | 1.026,76 | 1.188,88 | 1.247,49 |

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (2021).

Só para analisar comparativamente o potencial de produção do Brasil com outros países europeus, podemos destacar que na década dos anos 2000, a França produzia 800.000 t ano⁻¹. Em 2011, a produção europeia foi de 1 milhão de t ano⁻¹ e em 2018 só a Holanda e a Irlanda juntos produziram mais de 400.000 t ano⁻¹, enquanto neste mesmo ano, o Brasil só produziu 40.000 t ano⁻¹, ou seja, somente 105 da produção destes países.

Em relação a gestão ambiental, a exploração do leito do mar, seja qual for a sua finalidade e as preocupações tomadas, resulta em modificações temporárias ou permanentes do ambiente marinho. No entanto, as extrações oneram áreas muito restritas, sendo que os impactos, na maioria das vezes, são localizados e não afetam grandes áreas, sendo recomendado que as autoridades reguladoras desenvolvam um planejamento estratégico para os impactos ambientais visando examinar e conciliar os conflitos, pois o GBM é um recurso finito. A Agência Nacional de Mineração (AMN) vem realizando vários estudos e trabalhos visando adequar a nossa legislação as peculiaridades do ambiente marinho.

Algumas restrições ambientais e interferências com outros usos legítimos do mar devem ser considerados quando da autorização para a extração mineral em ambiente marinho. Entre as principais preocupações, foram citadas:

- A presença de zonas de desova e fundos consolidados, pois estes locais tendem a apresentar alta biodiversidade;
- Instalações submersas, como cabos, oleodutos e gasodutos submarinos ou qualquer obra de engenharia no fundo oceânico;
- Pesca comercial;
- Transporte e rotas de navegação;
- Zonas de exclusão militares;
 - Locais de naufrágios e sepulcros de guerra na área e arredores;
- Plataformas de exploração de óleo e gás;
- Parques eólicos;
- Áreas protegidas, de conservação da natureza, de importância arqueológica e geológica;
- Usos recreativos; e
- Áreas designadas para a disposição de rejeitos de dragagem ou outros materiais.

Os impactos ambientais físicos da extração de agregados marinhos consistem na alteração da topografia do fundo pela extração de sedimentos, aumento da turbidez da coluna d'água e deposição de rejeitos das águas de sangramento da draga. Os impactos biológicos de uma operação de dragagem dependem da natureza dos impactos físicos e das comunidades bentônicas envolvidas.

As espécies potencialmente ameaçadas são aquelas que utilizam o fundo marinho como local de ponte ou de alimentação, bem como as algas calcárias contidas nestes fundos. Uma quantificação do impacto das extrações sobre a fauna marinha e os peixes é muito difícil e são poucos os estudos disponíveis. Sendo importante ressaltar que todas as restrições ambientais são avaliadas no processo de outorga de concessão de lavra mineral e ainda há poucos estudos sobre quantificação de impactos sobre a fauna marinha devido a dificuldade de coleta de dados.

Algumas medidas mitigadoras para a extração por dragagem foram apresentadas. As principais, são: a seleção de equipamentos e contagem de tempo de operação; o controle da modificação da profundidade das operações; a realização de zoneamento espacial e temporal da área a ser autorizada para extração; a prevenção de peneiramento a bordo ou minimização do sangramento de material de pesagem e definição de áreas de exclusão visando proteger refúgios ou espécies.

Ao final abordou-se a Proposta de Acordo de Cooperação Técnico Científico entre ANM, Centro de Geociências Aplicadas e Embrapa, realizada em fevereiro de 2021 com o objetivo de diminuir a dependência externa de fertilizantes, em que se visa definir áreas com potencial, realizar estudos experimentais em escala laboratorial e de bancada para demonstrar a viabilidade econômica e demonstrar que o Brasil pode diminuir a sua dependência externa de fertilizantes ao investir na extração de GBM em grande escala.

Palestra 2: “Fertilidade dos Solos Brasileiros e o Potencial de Uso de Bioclásticos Marinhos” - Everaldo Zonta (UFRRJ)

Nesta palestra foram abordados os tipos de solos brasileiros, suas condições de fertilidade, teor de matéria orgânica, acidez e disponibilidade de nutrientes e, posteriormente, abordado como os granulados bioclásticos marinhos podem interagir nestes solos tropicais.

As classes de solos do Brasil foram apresentadas de modo a mostrar a grande diversidade da distribuição deles no país. Essa variabilidade reflete os fatores de formação pedogenéticas: clima, material de origem, relevo, presença de organismos e o fator tempo. Dessa forma, os solos apresentam grandes diferenças químicas, físicas e biológicas entre si e, quando comparados com solos de clima temperado na Europa, o fator presença de organismos é muito mais acentuado ao longo do tempo, visto que, em determinadas estações do ano, os solos europeus se encontram congelados, dificultando a atividade biológica e aqui nos trópicos a atividade biológica intensa ocorre praticamente no ano inteiro. Apesar dos solos brasileiros apresentarem diferenças químicas, físicas e biológicas, eles possuem semelhanças marcantes de fertilidade e outros fatores.

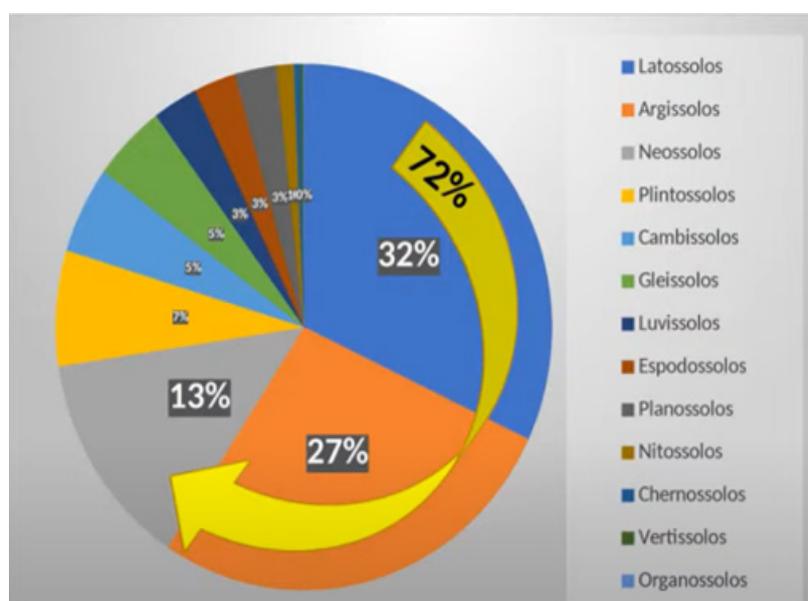


Figura 2. Distribuição das classificações de solo no território brasileiro.

Fonte: Everaldo Zonta.

A distribuição das classes no território brasileiro apresentada demonstra que 72% dos solos são compostos por Latossolos, Argissolos e Neossolos, com predomínio muito grande dos Latossolos e Argissolos. As características marcantes presentes nos diversos solos brasileiros são a acidez, a disponibilidade de nutrientes e os teores de matéria orgânica.

Os solos brasileiros, em geral, possuem teores de matéria orgânica baixos e baixa capacidade de troca catiônica mineral. Sendo estes fatores correlacionados, uma vez que o aumento dos teores de matéria orgânica ocasiona, efetivamente, na maior capacidade de fornecimento e retenção de nutrientes nos solos. Estes solos não conseguem formar complexos organo-minerais para proteger a matéria orgânica e, devido a intensidade do clima, os microrganismos a degradam, inclusive as frações humificadas, de forma acelerada.

Quanto a disponibilidade de nutrientes, os solos brasileiros possuem baixa disponibilidade quando comparados com solos norte-americanos e europeus. Assim, é verificada a limitação de pelo menos um nutriente, de modo geral, iniciando a partir dos macronutrientes, que são os mais demandados pelas plantas. O nitrogênio, macronutriente essencial, depende de recursos externos e da matéria orgânica presente no solo, no entanto, o fósforo e potássio são ainda mais complicados, visto a baixa eficiência da adubação destes nutrientes. Estima-se que quando as adubações fosfatadas são realizadas, fornecem apenas 35% de eficiência, já o potássio, quando realizadas adubações bem manejadas, pode alcançar 70% de eficiência, mas, de modo geral, seus valores giram na média de 50% a 60% de eficiência.

A acidez dos solos brasileiros é representada pela alta concentração de Al^{3+} e/ou baixa concentração de Ca^{2+} e Mg^{2+} , portanto, ela não reflete apenas o pH do solo, mas a conjunção de fatores. Dessa forma, estima-se que mais de 90% dos solos brasileiros possuam problemas com acidez e necessitam correção. Assim, em estudos pregressos, buscou-se quantificar quanto tempo durariam as reservas de calcário ao corrigir todos os solos brasileiros, nas condições legislativas da época, e estimou-se que a reserva atual seria suficiente para mais 500 anos de aplicações.

Assim, se faz necessário a eliminação do alumínio do sistema, pois em quantidades acima do ideal para as culturas, pode danificar o ápice do sistema radicular das plantas, sendo este local responsável pela maior absorção de água e nutrientes nas raízes. Comprometendo, portanto, o desenvolvimento e magnitude do sistema radicular.

Com base na situação apresentada dos solos brasileiros, buscou-se verificar a relevância da utilização dos Granulados Bioclásticos Marinhos na agricultura. Ressaltando-se a necessidade de diminuir a granulometria de areia e cascalho com o objetivo de aumentar a eficiência na agricultura. Além disso, a presença de metais pesados e sódio, mesmo pequenas, nos bioclásticos marinhos podem se tornar um problema de acordo com a metodologia de utilização, visto que se for empregado como corretivo a aplicação ocorrerá em magnitudes de toneladas por hectare ($t\ ha^{-1}$).

Dessa forma, a composição elementar (Figura 3) demonstra que 62% da composição é de carbono, hidrogênio e oxigênio, 31% de cálcio, 2,51% de magnésio e 0,64% de sódio. Desta maneira, ao se utilizar como corretivo/fertilizante no solo os Granulados Bioclásticos Marinhos (GBM), geralmente utilizamos na ordem de toneladas por hectare. Desta maneira, aportamos então, 6,4 kg de sódio por tonelada no solo. Isto é motivo de preocupação e necessita de estudos.

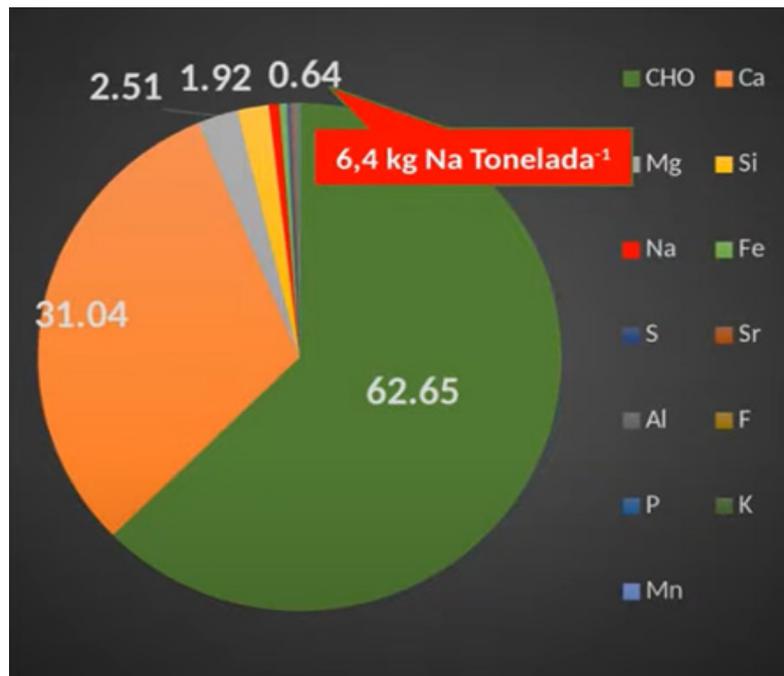


Figura 3. Composição Elementar em percentual dos granulados bioclásticos marinhos.

Fonte: Adaptado de Cavalcanti et al. (2020)

Assim, o uso na agricultura precisa atender três premissas, sendo a primeira a caracterização quanto a composição, formação, origem e teores de sódio, metais pesados e carbono orgânico. Em alguns estudos, são encontrados autores citando a presença do carbono orgânico nos bioclásticos marinhos e durante estudos com rodolitos foi verificado a presença de ácidos húmicos altamente recalcitrantes que podem representar 0,5% a 1,0% como carbono orgânico. Dessa forma, estima-se que nos bioclásticos marinhos se tenha uma configuração estrutural física que permita armazenar e proteger as substâncias orgânicas nos espaços porosos, assim como observado no petróleo em rochas sedimentares.

O percentual de carbono orgânico representado nos granulados bioclásticos marinhos é inferior ao percentual em adubos orgânicos, no entanto, ao realizar a aplicação destes adubos orgânicos a mineralização destes compostos ocorre de maneira acelerada. Assim, se o carbono presente nos bioclásticos for de difícil mineralização (ácidos húmicos recalcitrantes), ele apresentará alta capacidade de troca catiônica e permanecerá nos solos.

Após a caracterização, se faz necessário estimar a carga máxima média anual para se ter a dimensão de quanto será carreado de sódio e metais pesados para os solos em que os bioclásticos marinhos serão aplicados.

A segunda premissa visa determinar o uso em função da composição dos GBM, podendo ser utilizado como corretivo de acidez do solo devido a pouca presença de fósforo, potássio e nitrogênio. Ressaltando-se que se houver a presença de carbono orgânico na forma humificada (a literatura cita em torno de 0,5 a 1%), poderá desempenhar outros papéis além de corretivos, sendo necessário fracionar a matéria orgânica e estudar a fração mínima.

Em estudo com produção de alfaces, possuindo como tratamentos a testemunha, o rodolito (PRNT 78,2%), o calcário com farinha de algas e o rodolito com farinha de algas, pode-se observar maior crescimento das plantas no tratamento composto por rodolitos com farinha de algas, sendo superior aos tratamentos comparativos. A farinha de algas, com certeza, incorporou somente nutrientes à alface (já que não tinha em sua composição substâncias húmicas), mas o efeito que aparece no tratamento rodolito + farinha de algas se deve ao estímulo ao desenvolvimento das plantas dada pela fração húmica da matéria orgânica presente. Desta maneira, justifica a necessidade de se estudar com profundidade a composição e verificação da presença dessas substâncias nos granulados bioclásticos marinhos.

Em um experimento com milho utilizando o Coral-Sol em comparação com o uso de calcário, visando o corretivo da acidez do solo, se observa que em doses de 8 toneladas do uso de Coral-Sol já apresenta prejuízos fisiológicos para as plantas de milho, possivelmente pela presença em sua composição de 0,53% de sódio. Assim é reforçado que além da determinação das substâncias húmicas dos GBM, se faz necessário verificar também as quantidades de sódio de modo até a prever uma necessidade de possível remoção deste componente visando não impactar negativamente a produtividade agrícola quando utilizadas altas doses de GBM.

Já a terceira premissa comporta as dúvidas associadas ao uso dos bioclásticos marinhos, ou seja:

Qual é a evolução de CO₂ quando realizada a aplicação deste material nos solos brasileiros? uma vez que as reações químicas de neutralização da acidez acarretam a liberação de CO₂, como também ocorre quando aplicado calcário terrestre. Para exemplificar essa liberação de CO₂, quando se utiliza o calcário é na ordem de 500 kg de liberação de CO₂ por tonelada de calcário.

Qual é a quantidade de adição de sódio nos sistemas agrícolas?

Qual é o custo deste material? verificar a relação de custo de extração e transporte, quando comparado com o calcário terrestre.

Qual é a amigabilidade ambiental nos locais da extração dos GBM? E, finalmente,

Qual é a composição da fração orgânica desses Granulados Bioclásticos Marinhos?

Discussão referente à Mesa Redonda 1

Pergunta (P) - José Carlos Polidoro (Embrapa Solos): Há a possibilidade de utilizar os Granulados Bioclásticos Marinhos como fertilizante, substituindo o fertilizante NPK? Essa possibilidade é devido ao efeito do carbono orgânico? Esse efeito ocorre aliado ao NPK? Qual hipótese pode ser levantada?

Resposta (R) - Everaldo Zonta (UFRRJ): Há o aumento da eficiência de uso ocasionada pelo carbono, pois o uso pelo corretivo é mais simples, mas não o principal uso dos GBM. O principal uso parece deve ser relacionado as substâncias orgânicas presente neste produto. O aumento da eficiência de uso ocorre quando se diminui a aplicação de determinado nutriente associando-o ao produto e, da mesma maneira, se possui a quantidade referente a dose completa. Em termos numéricos, ao invés de utilizar 100 kg de nutriente puro, utiliza-se 50 kg do nutriente associado ao produto obtendo-se a mesma produtividade. No caso de fósforo e potássio, pode ser uma possível alternativa formular um granulado em conjunto com o *Lithothamnium* para suprir estas demandas. Todas as hipóteses necessitam de averiguação através de pesquisas científicas, pois aumentar a eficiência de

fertilizantes em até 10% quando associado a um produto brasileiro potencializador pode significar uma economia de quase 1 bilhão de dólares em importações. Alguns estudos apresentam que a integração entre produto potencializador aumento da eficiência de 30% a 40% nos fertilizantes, em comparação com os produtos tradicionais.

(P) - Ricardo Macedo (Oceana Minerals): O *Lithothamnium* não é usado na calagem. O produto é enquadrado como fertilizante pela Instrução Normativa nº39 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) em doses na ordem de 100 a 300 kg ha⁻¹ e tem, também, ações biológicas em função da fração orgânica.

(R) - Everaldo Zonta: É necessário levantar todas as hipóteses referentes ao uso do produto agronomicamente com o objetivo de realizar inferências sobre a melhor aplicabilidade dos granulados bioclásticos marinhos, dado que o produto pode desempenhar papel de corretivo, fonte de cálcio e fertilizante. Seu enquadramento na Instrução Normativa nº39 do MAPA confere seu uso como fertilizante, no entanto, tem atuado como bioestimulante e promotor de crescimento. Dessa forma, deverá ser acompanhado pelo MAPA um novo enquadramento para o *Lithothamnium*, visto que seu enquadramento atual, como fertilizante, está vinculado ao seu teor de cálcio presente, caracterizando-o como fonte. Sendo importante ressaltar que há outras fontes de cálcio no mercado que suprem a demanda e possuem valor de mercado inferior ao *Lithothamnium*. Assim, o que se observa é o efeito aditivo a aplicação de cálcio, que promove a utilização do produto. Sendo proposta a pesquisa da atuação do carbono orgânico que está presente no *Lithothamnium*.

(R) - Vanessa Cavalcanti: A descrição do *Lithothamnium* apresentada no relatório realizado pela ANM foi com foco na área geológica, possuindo integração com pesquisadores agrônomos. A parte referente às pesquisas tecnológicas foi realizada a partir de citações, devido ao pouco domínio nesta área que a ANM possui.

(R) - Everaldo Zonta: Pode-se verificar, portanto, a necessidade de criação de grupos de estudos voltados para esta temática, incluindo os setores de pesquisas, empresas e órgãos para que se possa levar para a sociedade respostas concretas e objetivas sobre a utilização do *Lithothamnium* agronomicamente.

(R) - José Carlos Polidoro (Embrapa Solos): A literatura internacional, quando pesquisado sobre a formulação de fertilizantes à base de algas marinhas, apresenta resultados positivos quando se utiliza o lithothamnium em conjunto com fertilizantes formulados do tipo NPK. Os fertilizantes fosfatados, quando aplicados ao solo, possuem reação ácida e abaixam o pH. Assim, a combinação de NPK com o lithothamnium acarreta a modificação do pH durante a reação, quando comparando com a aplicação sem o GBM, pois o lithothamnium pode aumentar o pH durante a reação de solubilização do fósforo e, como consequência, o fósforo fica menos retido ao solo e mais disponível para as plantas. Além disso, ocorre a formação de complexos orgânicos e organominerais no solo por essa fração. Tais resultados são encontrados através de pesquisa de bancada, vaso, casa de vegetação e laboratório, para dar seguimento às pesquisas no campo, com entendimento completo dos fenômenos associados ao uso dos granulados bioclásticos marinhos na agricultura. Não adianta importar informações sobre o uso dos GBM realizados em países de clima temperado que possuem solos totalmente diferentes em aspectos químicos, físicos e biológicos dos nossos solos tropicais. Desta maneira, é importantíssimo que pesquisas em todas as escalas sejam realizadas no Brasil utilizando as nossas condições edafoclimáticas. Desta maneira, a formação de um grande consórcio entre empresas, universidades e institutos

de pesquisa se faz necessário para elucidar os fenômenos de reação destes produtos em solos tropicais e sua aplicabilidade no Brasil. O mais importante é que se chegue insumos agrícolas de qualidade para uso pelos agricultores brasileiros.

(R) - Silvio Tavares (Embrapa Solos): Verifica-se que apesar de se possuir inúmeros estudos em outros países quanto aos Granulados Bioclásticos Marinhos na agricultura, é importante ressaltar que estes ocorreram com condições edafoclimáticas destes locais e solos temperados, ou seja, situação diferente da verificada em território brasileiro. Sendo necessário realizar a validação para as diferentes condições encontradas no Brasil, não só para a utilização como também das propriedades da formulação de acordo com as jazidas.

(R) - Vanessa Cavalcanti (ANM): A maioria dos estudos sobre as jazidas ocorre quando há a solicitação por parte das empresas que exploram em parceria com as universidades. Dentre esses estudos, as empresas apresentaram que a qualidade do produto nas áreas referidas nos montes submarinos é superior ao encontrado na plataforma continental e, a partir de testagens, a ANM verificou que, em termos de sílica, o produto proveniente dos montes submarinos é melhor, visto que eles possuem menor quantidade desse componente comparado aos da plataforma. Há carência de estudos técnicos para fomentar o uso pois a primeira concepção de lavra na plataforma brasileira é datada em 1986.

(P) – Marcelo Sperle Dias (UERJ): Considerando que a pesquisa dos granulados bioclásticos marinhos é baseada em Geologia e Geofísica Marinha, como o Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM) poderia contribuir neste projeto da Agência Nacional de Mineração (ANM), Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)?

(R) - Vanessa Cavalcanti (ANM): O primeiro objetivo do projeto seria definir áreas com potencial para conter os depósitos econômicos dos Granulados Bioclásticos Marinhos, assim, o PGGM pode contribuir de forma importante para esta etapa do projeto. Sendo este um projeto iniciado em fevereiro de 2021, inúmeros pontos podem ser modificados ante a organização e realização do 1º Workshop Brasileiro de *Lithothamnium*, visto o fomento e incentivo a formação de grupos de estudos, de projetos e propostas.

(P) – Heraldo Namorato de Souza (Cenpes/Petrobras): Como os outros países, que já trabalham e usam há muito tempo o *Lithothamnium*, abordam os elevados níveis de sódio e os impactos na agricultura destes países?

(R) - Everaldo Zonta (UFRRJ): Não há na literatura internacional qualquer menção aos elevados níveis de sódio e impactos na agricultura, isto pode ocorrer devido a condição dos solos europeus possuírem elevada capacidade de troca de cátions (CTC) quando comparados com os solos brasileiros. Assim, a quantidade de sódio que necessita ser adicionada para afetar o crescimento das plantas é de quatro a cinco vezes o valor necessário para afetar os solos no Brasil. Além disso, os solos europeus também possuem poucos problemas com acidez, logo, a dose calculada de lithothamnium para aplicação com esta finalidade é inferior aos nossos, pois o objetivo lá é mais aumentar cálcio e magnésio, utilizando valores de 500 quilogramas no máximo. Assim, quanto utilizada uma faixa de 100 a 300 kg de dose de *Lithothamnium* na agricultura o alvo de interesse é aumentar os níveis de cálcio (principalmente) e magnésio.

(P) – Rogério Inoue (Kasuya Consultoria): Existe algum processo para concentrar os nutrientes existentes no produto original?

(R) - Everaldo Zonta (UFRRJ): Há na literatura alguns estudos que utilizam o *Lithothamnium* para concentrar nutrientes em outros produtos, pois o *Lithothamnium* já é um material consolidado.

(R) - Silvio Tavares (Embrapa Solos): A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro possui alguns estudos utilizando o *Lithothamnium* no tratamento de águas residuárias para captação de fósforo.

(P) – Miguel Leite: Quais os motivos que levaram a França a proibir a exploração de granulados bioclásticos marinhos?

(R) - Vanessa Cavalcanti (ANM): A França passou mais de 60 anos explorando esse material, sendo uma plataforma restrita em alguns locais. A exploração se iniciou na década de 60 e não havia nenhum tipo de cuidado ambiental, pois a preocupação ambiental se iniciou apenas na década de 80, portanto, em 2012 não ocorreu a proibição e sim a suspensão de mineração com a finalidade de realizar estudos, sem previsão de retorno. O comitê internacional para exploração no mar formado por países do hemisfério norte, ou seja, países europeus que possuem ligação com o oceano, Estados Unidos e Canadá, informa através de relatórios esse motivo para suspensão por parte da França.

(P) – Marco Araújo (PrimaSea): Com o aumento de 10% na eficiência do Fósforo pode significar quanto em redução de importação dele?

(R) - Everaldo Zonta (UFRRJ): Aumentar em 10% a eficiência do fósforo pode significar um aumento de 30% na eficiência do uso desse nutriente em algumas situações. Dessa forma, a redução seria de 30% a menos da quantidade atual de importação de fósforo no Brasil. Vale ressaltar que o Brasil produz em torno de 45% do fósforo utilizado no país.

(P) – Heraldo Namorato de Souza (Cenpes/Petrobras): Existem trabalhos científicos demonstrando os efeitos como biofertilizante (Brasil) e bioestimulante (outros países) do *Lithothamnium*, tal qual existem para produtos baseados em algas?

(R) - Everaldo Zonta (UFRRJ): Existem trabalhos que demonstrem que o *Lithothamnium* possui efeito bioestimulante, no entanto, vale ressaltar que o efeito bioestimulante da alga ocorre de maneira diferente do granulado bioclástico marinho devido a estrutura funcional deles serem diferentes.

(P) – Márcio Martins Valle: Qual é a viabilidade de aproveitamento das halimedas? Ela tem comportamento semelhante ao Maërl? Quais são as diferenças, se elas existem?

(R) - Vanessa Cavalcanti (ANM): Há o desconhecimento pessoal de estudos sobre a viabilidade das halimedas e Maërl é o nome dado para o *Lithothamnium* na França, não se sabe muito sobre as diferenças entre ambos. Estudos sobre as halimedas é de grande interesse que estudos como esse sejam realizados visto que há halimedas presente na costa do nordeste brasileiro com depósitos muito significativos. Em termos de composição, não há grandes diferenças, no entanto, se faz necessário análise tecnológica.

Mesa Redonda 2

A mesa redonda 2 trouxe informações sobre o uso dos granulados bioclásticos marinhos e sua aplicação em solos tropicais, além de mostrar estudos que estão sendo desenvolvidos com este produto. A mesa foi composta por **João Carlos de Moraes Sá**, Engenheiro agrônomo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Doutor em solos (pós doutorado) no Carbon Sequestration and Management Center Ohio state university, bolsista de produtividade em pesquisa CNPQ, presidente da comissão técnico científica da FeBrpd, professor aposentado pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e professor de pós graduação da Universidade Federal do Maringá, **Paulo César de Melo**; Engenheiro agrônomo com mestrado em fitotecnia e Doutorado em ciências do solo pela Universidade Federal de Lavras e pós doutor em ciências do mar e do meio ambiente do departamento de ciências da vida pela Faculdade de ciências e tecnologia da Universidade de Coimbra em Portugal; **Alexandre Lioi Nascentes**, Engenheiro civil e sanitarista pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro, mestre em saúde pública pela FIOcruz, Doutor em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade federal do Rio de Janeiro, pós doutor em engenharia ambiental pela universidade Federal de Santa Catarina, professor associado da área de hidráulica e recursos hídricos de engenharia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; e **Webber Antônio Neves Amaral**, Doutor e Mestre pela Universidade de Harvard Estados Unidos, tendo ciências pela Universidade de São Paulo/Brasil sendo sua linha de pesquisa nas áreas de apoio ao empreendedorismo e inovação associada a economia circular em economia, engajado em pesquisas interdisciplinares sobre perda e desperdício de alimentos, convertendo resíduos em produtos e biogás, além de ser professor da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.

Palestra 3: “Agricultura Regenerativa: O Uso de *Lithothamnium* para Remineralizar, Condicionar e Revitalizar as Terras Agrícolas” - Paulo César de Melo

Esta palestra apresenta um breve resumo sobre o *Lithothamnium*, abordando a sua composição, efeito potencializador bioquímico, estrutura física, reatividade e potencial para uso agrícola no Brasil. Além disso, são apresentados alguns resultados de pesquisas utilizando este insumo na agricultura.

A matéria prima dos Bioclásticos Marinhos que são fontes alternativas de nutrientes é composta tanto por algas marinhas do gênero *Lithotham*, como por exemplo o *Lithothambrasilienses*, algas marinhas vermelhas e castanhas que contém mais de 40 nutrientes servindo para nutrição vegetal, animal e humana. Sendo assim, o desenvolvimento dos granulados bioclásticos para uso na agricultura é uma inovação tecnológica visando desenvolver uma agricultura de sustentabilidade que gera uma economicidade para o produtor. Nesse aspecto hoje existe uma ênfase em agricultura regenerativa que envolve a agricultura sustentável, o manejo do solo, a preservação da água, a preservação do meio ambiente e o bioinsumo granulado bioclástico que está dentro dessa categoria

Como exemplo de jazidas de algas calcáreas, tem-se as jazidas calcárias do Nordeste brasileiro, que retiradas em natura apresentaram um granulado maior que 2 mm (Figura 4) e somente com o peneiramento e/ou moagem se obtém um granulado com 0,5 mm, podendo ser reduzido ainda mais de acordo com a necessidade de cada agricultor.

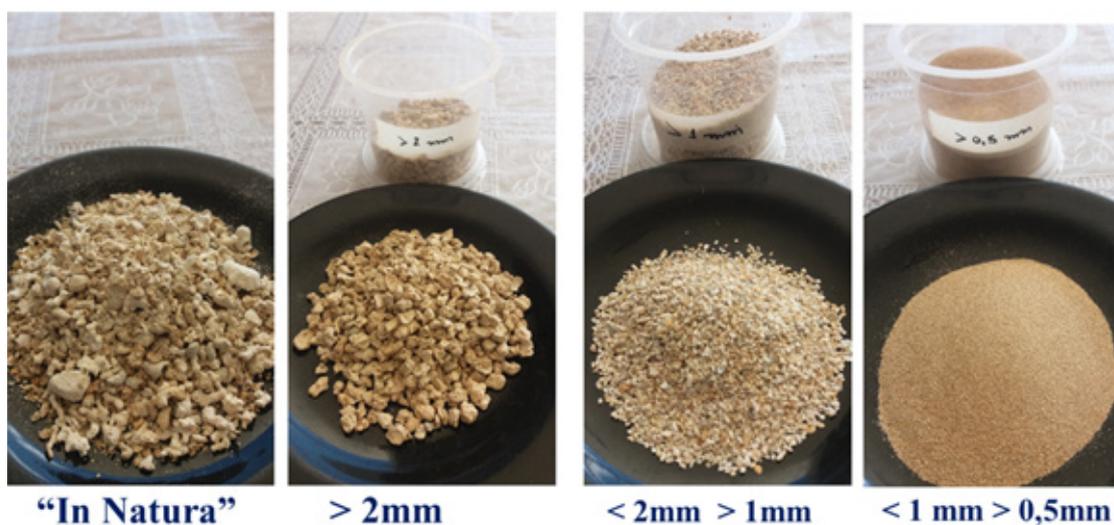


Figura 4. Granulometria do Lithothamnium in natura e após peneiramento.

Fotos: Paulo César de Melo

A composição desses bioclásticos contém mais de 70 nutrientes e 16 aminoácidos na fração orgânica, o que os torna fertilizantes bioestimulantes que auxiliam na clorofila, polinização, regulação dos estômatos, estresse biótico e abiótico, germinação, salinidade e raízes. Os aminoácidos possuem efeito tonificador, provocando diminuição do estresse das plantas, efeito quelato para uma maior mobilidade e transporte ativo de nutrientes pela planta, formação de glucanas de cálcio, promoção de processos fisiológicos ao desenvolvimento vegetal. Os nutrientes quelatizados são responsáveis pelo transporte do cálcio para o xilema e fixam o cálcio na parede celular, dando maior resistência e sanidade para as plantas.

Ao se estudar a estrutura da composição do produto, verifica-se que ele possui configuração alveolada como aragonita. Esta configuração possui uma superfície específica de $75 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, 8 vezes maior do que um carbonato mineral (p.ex. na forma de calcita) com superfície específica de $9,4 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$. Através destas configurações únicas do *Lithothamnium*, realizou-se inúmeros estudos para comprovar sua eficiência. Há estudos realizados que demonstram o aumento do percentual de açúcar (em °Brix) na composição de frutas que foram fertilizadas com o produto, como por exemplo: aumento de 25% de °Brix na laranja, 6% na cana-de-açúcar, 9% no maracujá, 13% na goiaba, 10% tangerina e 16% na atemoia.

Sabe-se que o solo do Brasil é ácido, portanto, estima-se que a variação percentual na assimilação dos principais nutrientes pelas plantas ocorre em função do pH do solo. Dessa forma, ao aumentar 0,5% do pH, pode-se aumentar a eficácia dos fertilizantes nitrogenados em 50%, os fosfatados em 25%, os potássicos em 100% e cálcio e magnésio em 25% (Tabela 4). Esse aumento qualitativo e quantitativo das produções agrícolas depende do aumento de pH e efeito corretivo, porque são cargas dependentes de pH.

Tabela 4. Estimativa de variação percentual (%) na assimilação dos principais nutrientes pela planta, em função do pH do solo.

| Nutrientes | pH | | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 |
| NITROGÊNIO | 20 | 50 | 75 | 100 | 100 | 100 |
| FÓSFORO | 30 | 32 | 40 | 50 | 100 | 100 |
| POTÁSSIO | 30 | 35 | 70 | 90 | 100 | 100 |
| ENXOFRE | 40 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| CÁLCIO | 20 | 40 | 50 | 67 | 83 | 100 |
| MAGNÉSIO | 20 | 40 | 50 | 70 | 80 | 100 |
| MÉDIAS | 26,7 | 46,2 | 64,2 | 79,5 | 93,8 | 100 |

Em um experimento de adubação com a cultura da batata foi utilizado 5 tratamentos:

- 1) Testemunha com a aplicação de 3.500 kg de NPK (com formulação 4-14-8);
- 2) aplicação de 3.150 kg de NPK (redução de 10% em relação a testemunha);
- 3) aplicação de 3.150 kg de NPK + 200 kg GBM (redução de 10% em relação a testemunha e acréscimo de 200 kg de GBM);
- 4) aplicação de 2.800 kg de NPK (redução de 20% em relação a testemunha); e,
- 5) aplicação de 2.800 kg de NPK + 200 kg GBM (redução de 20% em relação a testemunha e acréscimo de 200 kg de GBM).

O tratamento testemunha produziu 594 sc ha⁻¹ (sacas por hectare). No tratamento 2 observou-se que quando se reduziu em 10% a quantidade de fertilizante a produção diminuiu em 8% (546 sc ha⁻¹); no tratamento 4 quando se reduziu 20% do fertilizante a produção decresceu a eficiência agrônômica em 7% (552 sc ha⁻¹). No entanto, nos tratamentos em que se reduziu o percentual dos fertilizantes e acrescentou-se o granulado bioclástico, observou-se um aumento na eficiência agrônômica.

Assim, para o tratamento com redução de 10% de NPK e acréscimo de 200 kg de granulado bioclástico se percebe um aumento de 11% na produção comercial (612 sc ha⁻¹); e, no outro tratamento com redução de 20% do fertilizante e acréscimo de 200 Kg do granulado bioclástico se obteve 652 sc ha⁻¹, ou seja, 17% de aumento nos resultados.

Estudando-se o comportamento da aplicação dos granulados bioclásticos em grão, os autores analisaram a produção de soja em tratamentos distintos. A testemunha foi cultivada com 200 kg ha⁻¹ de fertilizante NPK com formulação 02-24-12 e apresentou produtividade de 58,76 sc ha⁻¹. O tratamento em que se realizou redução de 30% do NPK (140 kg ha⁻¹) obteve 55,87 sc ha⁻¹ de produtividade, no entanto, o tratamento composto pela redução de 30% do fertilizante NPK e acréscimo de 40 kg ha⁻¹ de granulado bioclástico marinho obteve 10% de ganho de produtividade (61,38 sc ha⁻¹) comparado ao tratamento com mesmo percentual de NPK aplicado e sem adição do granulado (Figura 5).

1) FAPCEN - Fundação de Apoio à Pesquisa do Corredor de Exportação Norte

Local: Balsas - MA
 Adubação de Base: 200 kg/ha 02-24-12
 Colheita: 2/4/08
 Coordenador: Yi Lung Chi
 Ensaio: DBC com 3 repetições
 Formulação: Pó

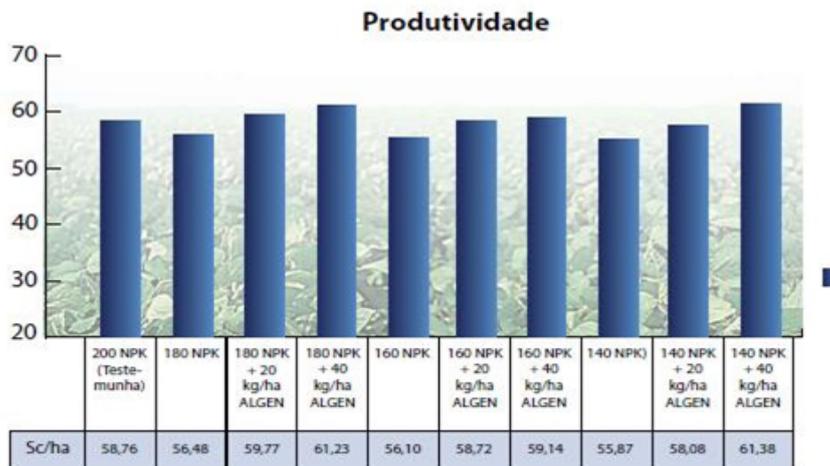


Figura 5. Resultados do experimento realizado com a soja associando fertilizante NPK com *Lithothamnium*.

Pesquisadores avaliaram a utilização de outro insumo, o fosfato monoamônico (MAP), em conjunto com os granulados bioclásticos marinhos e suas consequências na produtividade da soja (Figura 6).

3) Fazenda Filadélfia - Sementes Bom Futuro

Local: Campo Verde - MT (Eral Maggi)
 Adubação: 80 kg/ha MAP
 Colheita: Março/08
 Coordenador: Afonso (Gerente Pesquisa)
 Ensaio: DBC com 3 repetições
 Formulação: Grão

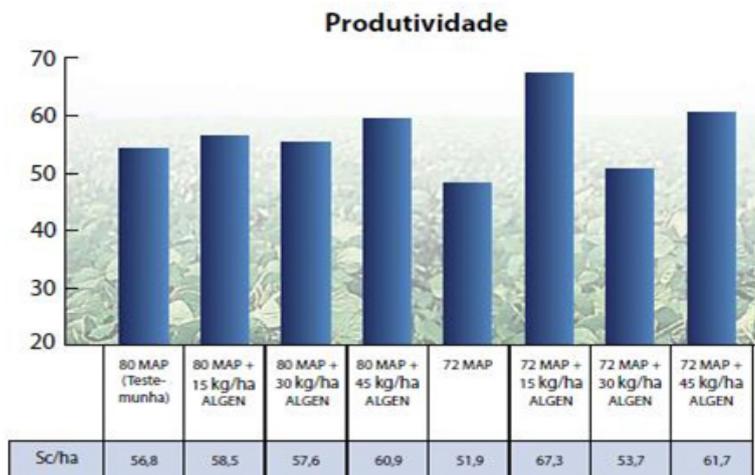


Figura 6. Resultados do experimento realizado com a soja associando fertilizante MAP com *Lithothamnium*.

Neste experimento, a testemunha utilizou 80 kg ha⁻¹ de MAP e obteve a produtividade de 56,8 sc ha⁻¹ de soja. Dessa forma, verificou-se os resultados quando se acrescentava gradualmente o granulado bioclástico marinho (15, 30 e 45 kg ha⁻¹) utilizando a mesma quantidade da MAP (80 kg ha⁻¹) presente na testemunha, bem como os mesmos tratamentos utilizados com menos 10% de MAP (72 kg ha⁻¹).

Ressaltou-se que no tratamento composto por 72 kg ha⁻¹ de MAP obteve a produtividade de 51,9 sc ha⁻¹ e ao adicionar 15 kg ha⁻¹ de granulado bioclástico marinho adquiriu-se um ganho de 18% de produtividade em relação a testemunha.

Em um outro estudo com milho (Figura 7), utilizou-se o granulado bioclásticos marinho como adubação nas quantidades de 0; 50; 100; 200; 300 e 400 kg ha⁻¹, foi observado um aumento de 11% de produtividade no tratamento composto por 300 kg ha⁻¹ quando comparado com a testemunha (0 kg ha⁻¹).

1) Grupo Horita

Local: Luis Eduardo Magalhães - BA
 Aplicação: Nov/07
 Coordenador: Tahishi Nitta
 Ensaio: DBC com 3 repetições
 Formulação: Pó em cobertura

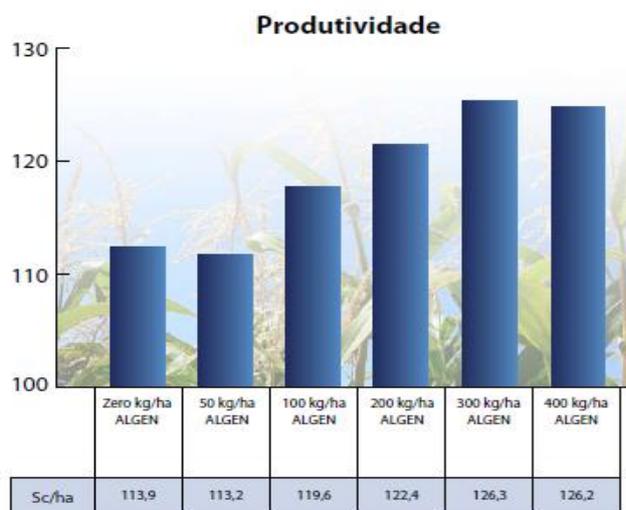


Figura 7. Resultados do experimento realizado com milho e adições crescentes de *Lithothamnium*.

O *Lithothamnium* foi utilizado em outro estudo, onde na área já havia sido aplicado 7,4 toneladas de calcário dolomítico por hectare, pois era a prática usual da fazenda visando elevação da saturação de bases. Assim, comparou-se uma área em que havia apenas a aplicação desta dose por hectare (adubação padrão usual) com outra em que se acrescentou 150 kg ha⁻¹ de *Lithothamnium* granulado a lanço na produção de algodão. Verificou-se que a área com a adição do granulado apresentou aumento na produtividade de 19 @ ha⁻¹ (arrobos por hectare), sendo que a produtividade média da Fazenda é 215 @ ha⁻¹.

Há também uma variação do *Lithothamnium* para corrigir e condicionar o solo, fez-se um trabalho para o uso de solos representativos do Cerrado usando fertilizante de ação corretiva de acidez do

solo. Neste estudo, trabalhou-se com solo que nunca foi cultivado ou corrigido, utilizou-se solos praticamente naturais: o latossolo roxo, o latossolo vermelho amarelo e o latossolo vermelho amarelo textura argilosa. Percebeu-se que com o uso do granulado bioclástico como corretivo nas quantidades de 0, 200, 400, 800, 1600 kg ha⁻¹ houve um aumento linear de pH para todos os solos. Essa correção ocorreu, pois o pH dos granulados bioclásticos marinhos se situa entre 9,8 e 10, sendo semelhante a um calcário calcítico e calcário dolomítico (Figura 8).

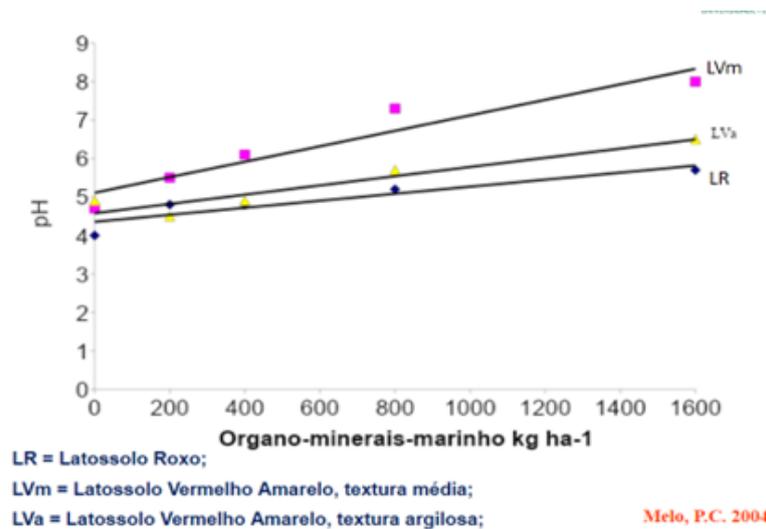


Figura 8. Resultados do experimento em solos do cerrado com aplicação de lithothamnium e suas consequências no pH.

Nestes mesmos tratamentos, a saturação por base desses solos estava na ordem de 13% para o latossolo roxo, 24% para os latossolos vermelho amarelo de textura argilosa e 42% para o latossolo vermelho amarelo de textura média. Dessa maneira, quanto mais se aumentou a quantidade de aporte dos granulados bioclásticos marinhos maior foi a saturação por bases, ou seja, há adição de cálcio e magnésio. Havendo um aumento linear para a correção de um solo natural, foi verificado que o produto funciona como um corretivo de solo (Figura 9).

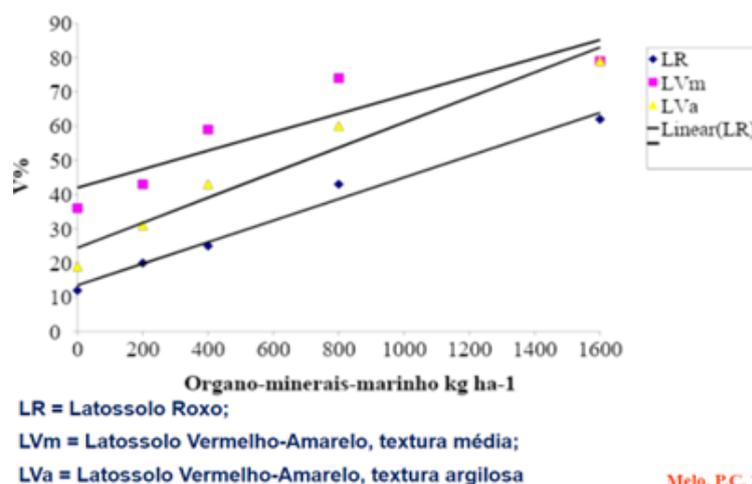


Figura 9. Resultados do experimento em solos do cerrado com aplicação do *Lithothamnium* e suas consequências na saturação por base.

Avaliou-se, em outro experimento, o comportamento dos granulados bioclásticos marinhos em relação a sua disponibilidade no solo e seu efeito como corretivo e fertilizante organo-mineral. Nos tratamentos, utilizou-se colunas de lixiviação para comparar as fontes calcárias: gesso agrícola, calcário calcítico, fosfato reativo, GBM em pó e GBM granulado. Fixou-se a dosagem de cálcio em 500 kg ha^{-1} e determinou-se a quantidade de cada produto em kg ha^{-1} através da equivalência estequiométrica. Assim, aplicou-se $2,5 \text{ t ha}^{-1}$ de gesso agrícola e o GBM de 1560 kg ha^{-1} , independente da natureza física pó ou granulado (Tabela 5).

Tabela 5. Doses aplicadas por hectare de fontes de Cálcio e fontes calcárias

| Fontes | Ca | Produto |
|--------------------------------|---------------------------------|---------|
| | ----- kg ha^{-1} ----- | |
| <i>Gesso agrícola</i> | 500 | 2500 |
| <i>Calcário calcítico</i> | 500 | 1351 |
| <i>Fosfato reativo de Arad</i> | 500 | 2500 |
| <i>GBM pó</i> | 500 | 1560 |
| <i>GBM granulado</i> | 500 | 1560 |

Nesse estudo, foram avaliados os valores de pH nos diferentes tratamentos para as profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm. O granulado bioclástico marinho em sua natureza física pó apresentou valores na faixa de pH de 6 até a profundidade de 30 - 40 cm, tendo que o produto ao percolar dentro do solo corrige o pH do mesmo até 40 cm quando distribuído ou a lanço ou no sulco de plantio.

Tabela 6. pH do solo nas diferentes profundidades em função das fontes Calcárias, na coluna de lixiviação.

| Camada | 0-10 cm | 10-20 cm | 20-30 cm | 30-40 cm |
|--------------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| | ----- pH ----- | | | |
| <i>Testemunho</i> | 5,1 c | 5,1 c | 5,1 c | 5,1 b |
| <i>Gesso Agrícola</i> | 5,1 c | 5,0 c | 5,0 c | 5,1 b |
| <i>Calcário calcítico</i> | 7,3 a | 6,7 a | 6,2 ab | 6,0 a |
| <i>Fosfato reativo de Arad</i> | 6,2 b | 6,0 b | 5,9 b | 5,9 a |
| <i>GBM pó</i> | 7,4 a | 7,1 a | 6,3 a | 6,0 a |
| <i>GBM granulado</i> | 6,3 b | 6,1 b | 5,9 b | 5,9 a |

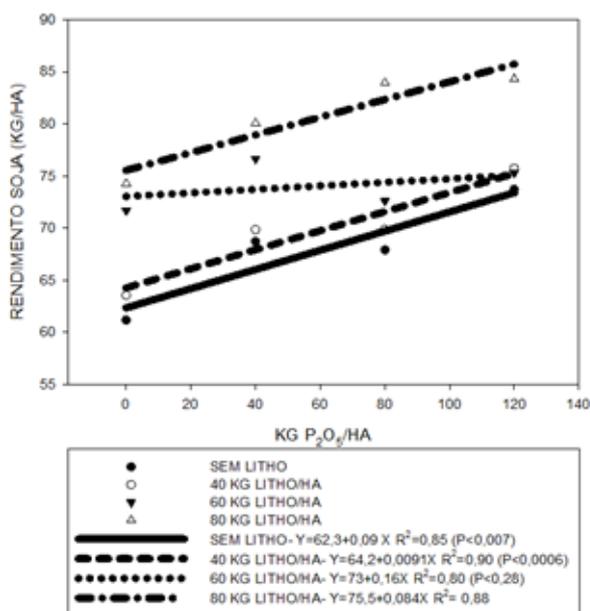
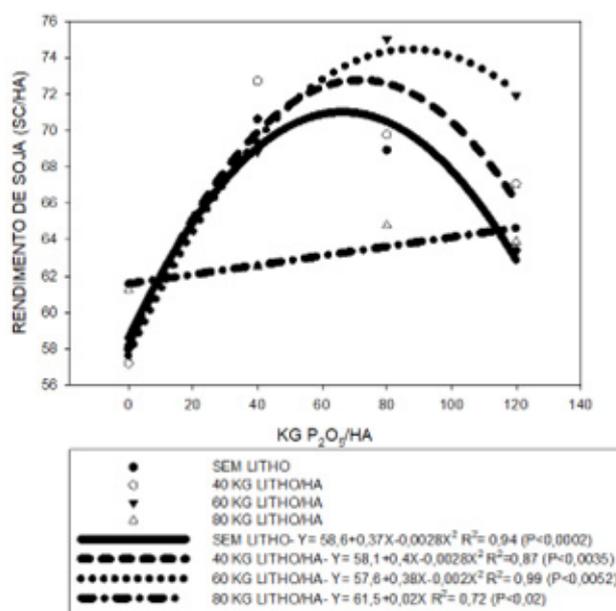
Em outra comparação, o teor de cálcio do gesso agrícola na camada de 0 a 10 cm apresentou o valor de $2,93 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e o granulado em pó foi de $3,67 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, apresentando estatística altamente significativa. Até a profundidade de 20 cm, o GBM em pó apresentou os maiores teores de cálcio, superando o gesso agrícola (Tabela 7).

Tabela 7. Teor de Cálcio no solo nas diferentes profundidades em função das fontes Calcárias, em coluna de lixiviação.

| Camada | 0 – 10 cm | 10 – 20 cm | 20 – 30 cm | 30 – 40 cm |
|--------------------|----------------|------------|------------|------------|
| | Cálcio no solo | | | |
| Testemunho | 0,40 c | 0,40 c | 0,40 c | 0,40 c |
| Gesso Agrícola | 2,93 b | 2,80 a | 2,58 a | 2,48 a |
| Calcário Calcítico | 2,83 b | 2,36 b | 2,13 a | 2,03 a |
| Fosf. Reativo Arad | 2,65 b | 2,30 b | 1,97 a | 1,93 a |
| GBM pó | 3,67 a | 3,05 a | 2,15 a | 1,97 a |
| GBM granulado | 2,42 b | 2,12 b | 2,08 a | 1,97 a |

Através de outro experimento, foi observado a relação do *Lithothamnium* associado ao fósforo quando este é aplicado através do MAP em sulcos de plantio em solos de textura arenosa e média. O experimento foi realizado através de associações de doses de MAP com doses de *Lithothamnium*, em que se utilizou as doses de 0, 40, 60 e 80 kg de lithothamnium e 0, 40, 80 e 120 kg de P_2O_5 por hectare. Após, foi avaliado o rendimento em sacas de soja por hectare.

Para os solos arenosos (Figura 10), verificou-se um crescimento linear do rendimento da soja, para o tratamento com 80 kg de *Lithothamnium* o rendimento saiu de 75 kg ha^{-1} sem adição do fosforo para 85 kg ha^{-1} devido a adição de 120 kg de P_2O_5 por hectare. Ao se realizar o mesmo estudo em um solo de textura média se faz necessário considerar os efeitos do alumínio e da acidez, demonstrando também a relação de associação do fósforo com o *Lithothamnium* (Figura 11).

**Figura 10.** Relação *Lithothamnium* e fósforo aplicado no sulco de solos arenosos em mistura com MAP.**Figura 11.** Relação *Lithothamnium* e fósforo aplicado no sulco de solos argilosos em mistura com MAP.

Em outro experimento estudou a relação do fósforo com as fontes de cálcio: *Lithothamnium*, carbonato de cálcio (rocha carbonatada) e sulfato de cálcio. Avaliou-se as concentrações de fósforo

(Figura 12) e cálcio (Figura 13) na seiva da soja. Assim, com o aumento da dosagem de cálcio proveniente do lithothamnium houve o aumento exponencial de fósforo na seiva, atingindo um ponto máximo e após houve queda devido ao excesso de cálcio no solo. Este fato não se repetiu para as demais fontes de cálcio que apresentaram comportamento linear. A concentração de cálcio na seiva da soja aumentou quando se obteve maior concentração de cálcio no solo. Ressalta-se que os nutrientes e elementos presentes no lithothamnium são de origem vegetal, portanto, quando estes são quelatizados e ficam altamente disponíveis. De outra maneira, o cálcio proveniente de um mineral não apresenta essa disponibilidade, portanto, ele não é totalmente móvel na planta.

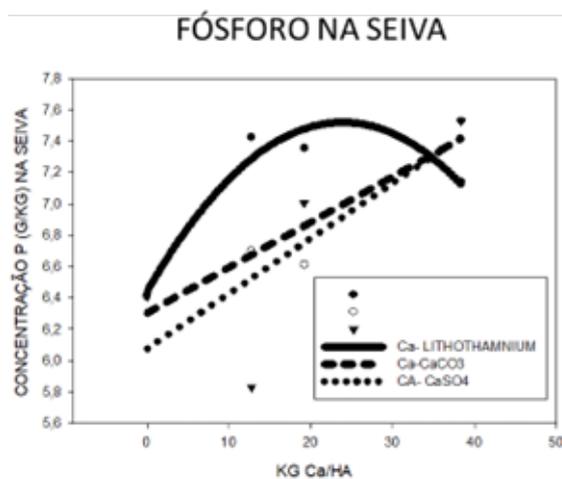


Figura 12. Relação de concentração de fósforo e fontes de cálcio no pecíolo da soja.

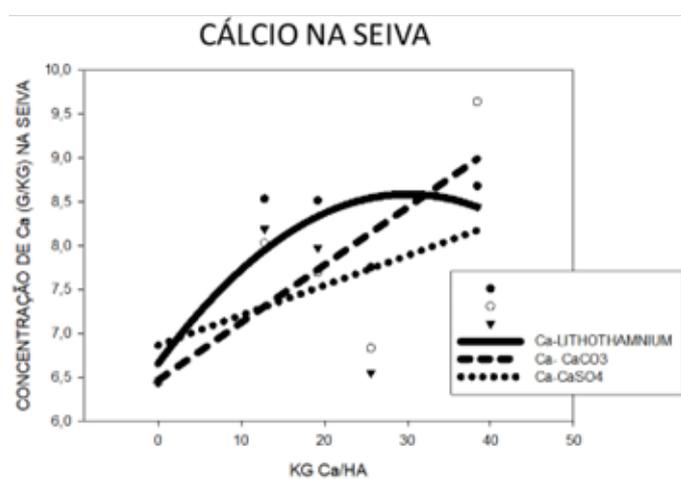


Figura 13. Relação de concentração de cálcio e fontes de cálcio no pecíolo da soja.

O *Lithothamnium* serve para revitalizar o solo pois funciona como matéria orgânica, ativa a formação de húmus no solo que melhora a disponibilidade de fósforo, potássio e dos micronutrientes. Além disso, promove a melhoria da atividade microbiana devido a formação de húmus de qualidade, melhoria do complexo argilo-húmico e liberação de ácido orgânico que são adsorvidos no lugar do fósforo. Juntamente a isto, há um aumento imediato do pH da rizosfera, melhoria da aeração do solo e da movimentação da água, da capacidade de troca catiônica (CTC), etc. O GBM devido a sua porosidade (45% de seu volume) apresenta uma solubilidade de 5 a 8 vezes mais rápida que os carbonatos tradicionais de moedura fina idêntica.

O *Lithothamnium* pode ser usado para biofortificação devido a sua caracterização como biofertilizante. Isto foi verificado através de estudos de aplicação de bio-inputs para a qualidade rotacional de feijão. Trabalhou-se com os tratamentos: controle, *Lithothamnium calcareum*, extrato de *Ascophyllum nodosum*, *Lithothamnium* com adubo organomineral NK fluido 10-5 e *Lithothamnium* com extrato de *Ascophyllum nodosum* (Tabela 8). Assim, o controle padrão produziu 3799 kg ha⁻¹, o tratamento com *Lithothamnium* acarretou no aumento de 72% e o extrato de alga de pulverização foliar aumentou a produção em 14%.

A associação de dois produtos, gerou crescimento na produção de 78% para o tratamento composto pelo *Lithothamnium* e o adubo organomineral e 62% para a combinação do *Lithothamnium* com o extrato de alga. Através de análises do grão cozido, foi verificado a biofortificação do feijão branco, frade e manteiga no parâmetro de proteína para a saúde humana.

Tabela 8. Valores dos parâmetros de produção NV (número de vagens), NG (número de grãos), PG (peso do grão); PGS (Peso do grão seco) e Produção (kg ha⁻¹) correspondentes a cada tratamento. Os valores das medições foram expressos em média.

| Tratamento | NV | NG | PG | Hum. | PGS | PRODUÇÃO |
|----------------------|-------|--------|-------|-------|-------|---------------------|
| | un | un | g | % | g | kg ha ⁻¹ |
| Controle | 25,67 | 95 | 42,64 | 10,91 | 37,99 | 3799 |
| Calmar® | 42,67 | 178 | 73,69 | 11,11 | 65,60 | 6550 (72%) |
| Profertil® | 32,33 | 128 | 48,67 | 10,94 | 43,35 | 4335 (14%) |
| Calmar® + Albit® | 37,33 | 54 | 76,16 | 11,05 | 67,75 | 6775 (78%) |
| Calmar® + Profertil® | 35,00 | 140,33 | 69,32 | 11,13 | 61,60 | 6160 (62%) |

Profertil® (Extrato de *Ascophyllum nodosum*)

Albit®(adubo organomineral NK fluido 10-5)

Calmar®(Lithothamnium calcareum)

Por fim, tem-se o potencial de uso anual de GBM, usando até um valor defasado de 75 milhões de hectares plantados anualmente para todas as culturas, nota-se que se forem aplicados uma média como fertilizantes GBM de 200 a 250 kg ha⁻¹, temos como estimativa do uso do granulado bioclástico por ano no Brasil na faixa de 12 milhões de t ano⁻¹. Ressaltando que o GBM não é usado para correção de solo, mas tem ação corretiva mesmo nessas dosagens, sendo sua maior biodisponibilidade e eficiência quando utilizada junto aos adubos minerais.

Palestra 4: “O Uso do Lithothamnium no Aumento da Eficiência de Fertilizantes em Sistema de Manejo do Solo” - João Carlos de Moraes Sá

Nesta Palestra foram abordados temas como a ocorrência de Lithothamnium no Brasil, sua composição, fatores microscópicos, benefícios, etc.

A ocorrência do Lithothamnium no Brasil dispõe-se desde a região dos lagos no estado do Rio de Janeiro até a foz do Rio Amazonas, sendo a maior extensão com sedimentos carbonáticos do planeta. O Lithothamnium é um produto natural originado da extração de algas marinhas, fruto de um processo fotossintetizante de algas que incorporam em sua biomassa diversos elementos que são solubilizados na água do mar (macro e micronutrientes essenciais aos vegetais). Estes elementos, após a morte das algas, são encontrados em seus detritos na forma mineralizada prontamente disponíveis e absorvíveis para plantas.

Dessa forma, a composição do Lithothamnium a cada tonelada possui cerca de 800 kg de carbonato de cálcio (CaCO₃), 150 kg de carbonato de magnésio (MgCO₃) e o remanescente é composto por matérias orgânicas ou compostos orgânicos, macronutrientes e micronutrientes (Figura 14).

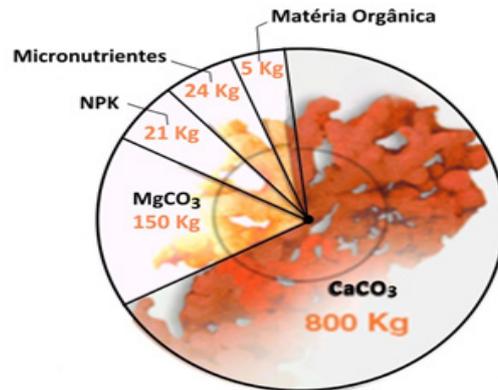


Figura 14. Composição presente em uma tonelada de *Lithothamnium*.

Portanto, os nutrientes encontram-se dentro do material carbonatado com 42,5% de óxido de cálcio (CaO) na forma de CaCO₃ de e 3% de óxido de magnésio MgO na forma de MgCO₃ (Figura 15).

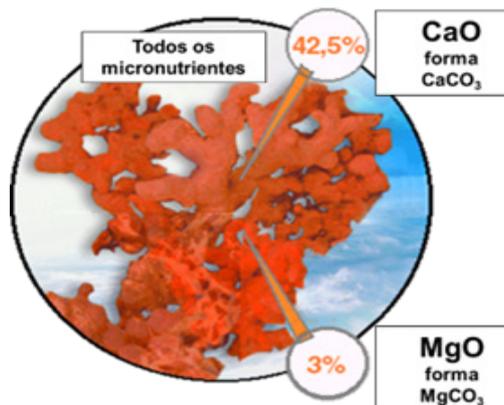


Figura 15. Composição de óxidos fornecedores de carbonatos de cálcio e magnésio no *Lithothamnium*.

Além da composição, o *Lithothamnium* possui uma elevada capacidade de retenção de cátions, devido a sua superfície específica de 17 m² (Figura 16).

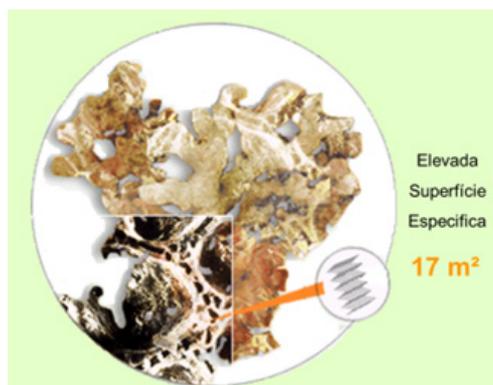


Figura 16. Superfície específica do *Lithothamnium*.

Microscopicamente pode-se verificar que as algas *Lithothamnium* possuem elevada microporosidade e, dentro das células, há ocorrência de inúmeros gêneros e espécies de bactérias que se acumulam nos nichos. Assim, ocorre a interação profícua com o sistema radicular das culturas em cultivo, promovendo interações sinérgicas positivas (Figura 17).

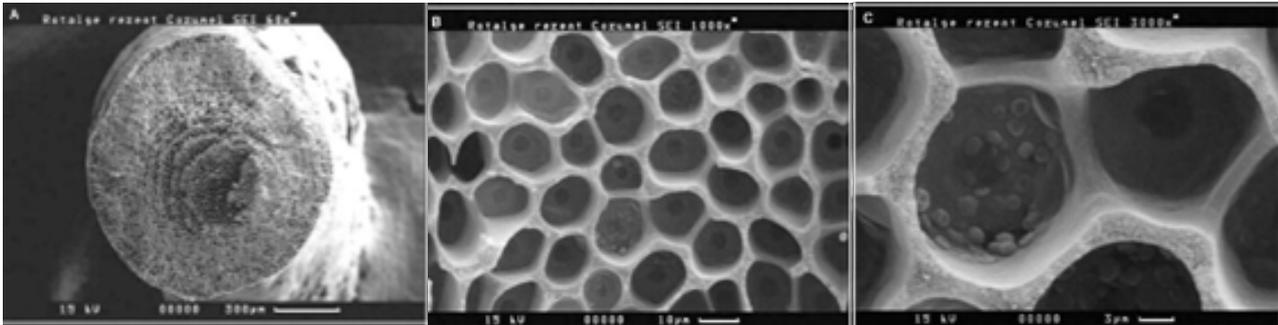


Figura 17. Microporosidade e ocorrência de gêneros e espécies de bactérias. (A) 300 µm; (B) 10 µm; (C) 3 µm.

A incorporação do *Lithothamnium* no solo promove a estimulação da proteção da microfauna ao redor das raízes devido a característica de reação do material, visto que ele aumenta o pH, com o passar do tempo, e as bactérias se desenvolvem em função do pH (Figura 18).

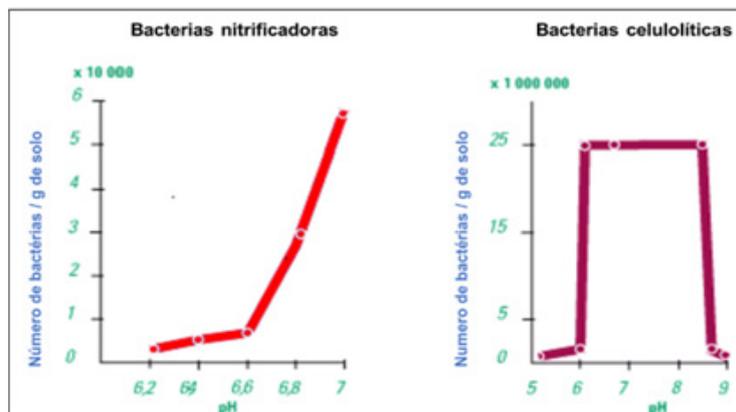


Figura 18. Quantidade de bactérias em função do pH.

Além disso, o *Lithothamnium* apresenta ação rápida se comparado a dolomita e ao calcário duro. Observa-se que o *Lithothamnium* possui ação rápida, ou seja, maior solubilidade em menor tempo enquanto a dolomita e o calcário duro possuem solubilidade baixa e ação lenta (Figura 19).

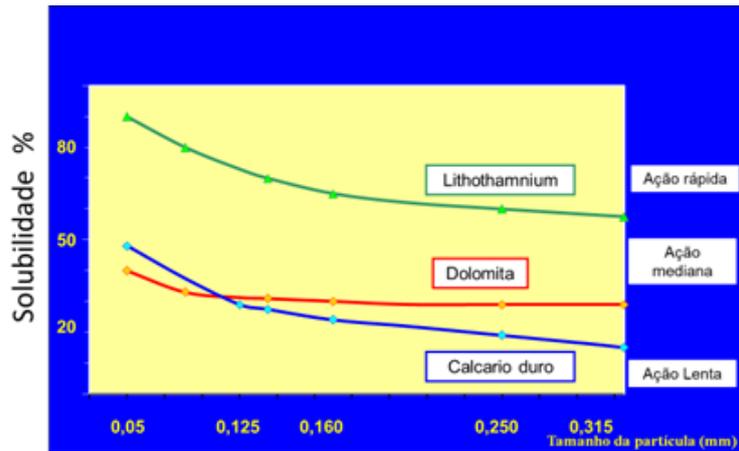


Figura 19. Relação de solubilidade em % com o tamanho de partícula em mm para o *Lithothamnium*, dolomita e calcário duro.

Assim, o *Lithothamnium* apresenta inúmeros benefícios. No processo de aplicação do *Lithothamnium*, há o aumento do pH na zona de absorção das raízes e promove, conseqüentemente, maior eficiência de absorção de nutrientes, especialmente macronutrientes. Além disso, os microrganismos se mantêm preservados devido a interação que ocorre com as diversas substâncias que são excretadas pelas raízes. Juntamente a isto, o material também é fonte de cálcio de rápida liberação, com aporte equilibrado de magnésio, em relação ao cálcio, e maior liberação de compostos orgânicos que estimulam a conservação da água no solo em torno das raízes. Há também, o aporte de micronutrientes que auxiliam na prevenção de carências.

Assim, se faz necessário analisar os solos brasileiros e verificar a atuação do *Lithothamnium* quando há a interação entre eles. Assim, verifica-se que os solos ácidos são o principal motivo de atuação e manejo nas condições químicas dos solos brasileiros, visto que se tem a predominância de hidrogênio de forma natural. No complexo argilo-húmico, há também a presença de hidrogênio, juntamente com o magnésio e cálcio. Na solução do solo, há o hidrogênio livre e alumínio, formando uma solução ácida pouco favorável aos cultivos, um complexo saturado de hidrogênio e não floculado (Figura 20).

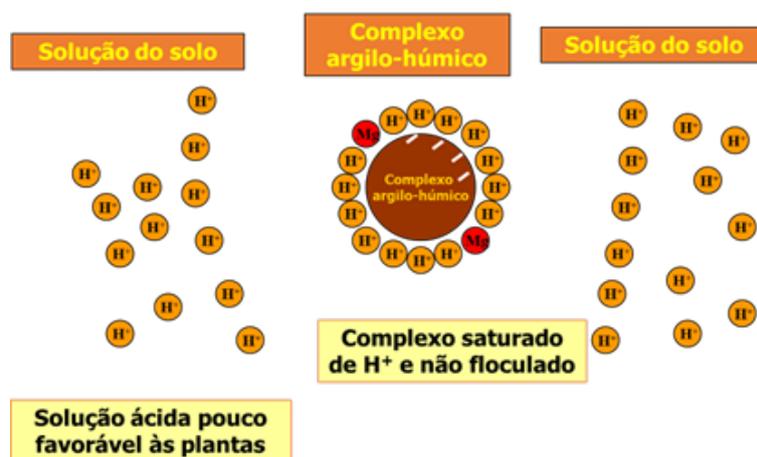


Figura 20. Relação do complexo argilo-húmico com a solução do solo ácida.

A partir do momento em que se faz o aporte de carbonatos para tamponar essa solução, começa a ocorrer mudanças nesse panorama (Figura 21). Assim, são aportados carbonato de cálcio e carbonato de magnésio que promovem a troca no complexo argilo-húmico de hidrogênio. Dessa forma, os hidrogênios do complexo ligam-se aos carbonatos e o cálcio substitui o hidrogênio.

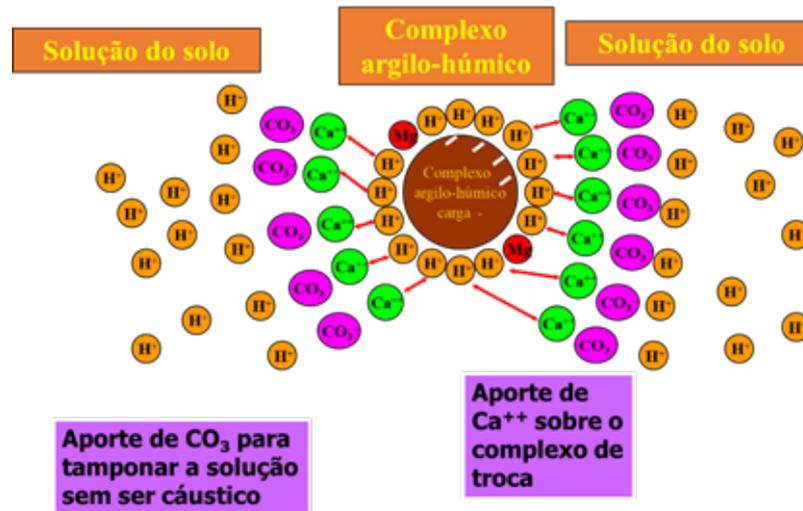


Figura 21. Relação do complexo argilo-húmico com a solução do solo ácida com aplicação de *Lithothamnium* (CaCO_3).

Assim, há o enriquecimento do complexo argilo-húmico e, com o passar do tempo, a formação de bicarbonatos (Figura 22).



Figura 22. Processo decorrente da adição de *Lithothamnium* (CaCO_3) em solos ácidos, formação de compostos.

Formando, portanto, os compostos que serão complexados e a correção da acidez, ou seja, o processo de neutralização, formação de água e liberação de CO_2 (Figura 23).



Figura 23. Processo decorrente da adição de *Lithothamnium* (CaCO_3) em solos ácidos com neutralização e formação de água e CO_2 .

Com isso, temos a solução do solo menos ácida e mais favoráveis ao desenvolvimento de plantas (Figura 24). Desta maneira, o complexo argilo-húmico torna-se mais rico em cálcio e magnésio e promove maior agregação das argilas. O cálcio, dessa forma, promove maior acumulação de carbono, devido a ponte catiônica que ocorre entre estes elementos.

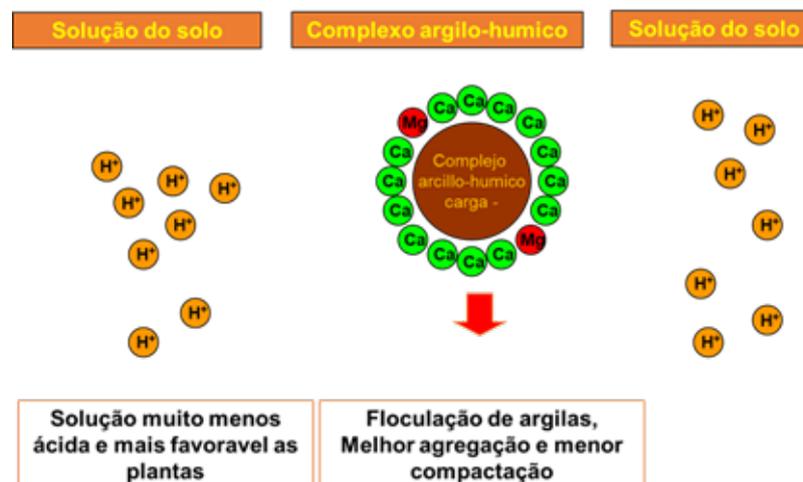


Figura 24. Resultado da adição de *Lithothamnium* (CaCO_3) em solos ácidos.

Inúmeras pesquisas foram feitas na região dos cerrados, onde foram realizados 33 ensaios com *Lithothamnium* pela região. O trabalho foi realizado com o solo do município de Rio Verde/GO que são solos argilosos a muito argilosos, e Luiz Eduardo Magalhães na Bahia que possui solos arenosos. Portanto, estimou-se qual seria a adição de *Lithothamnium* em mistura com o fertilizante NPK que aumenta a produção de grão e fibras, para as culturas de algodão e soja devido ao efeito sinérgico.

Tem-se então a necessidade de discutir a questão do *Lithothamnium* como um agente melhorador da eficiência no uso de macro e micronutrientes, resultando na melhor performance de cultivos, tanto no desenvolvimento radicular quanto na produção de fibras, da produção de grãos e na sua qualidade. Sendo, portanto, o objetivo geral desses 33 experimentos situar em primeira instância qual seriam as faixas de variação e criar uma ideia de um nível crítico.

Na região dos cerrados chove, em média, em torno de 1500 mm. Apresentando um período seco bem definido, entre abril e outubro, mostrando um déficit hídrico. Enquanto na região sul, historicamente há uma melhor distribuição de chuvas. Também vale destacar que na região dos cerrados no período de chuvas que ocorrem entre outubro até início de abril é onde se apresenta a maior abundância e maior carga no perfil de água. (Figura 25)

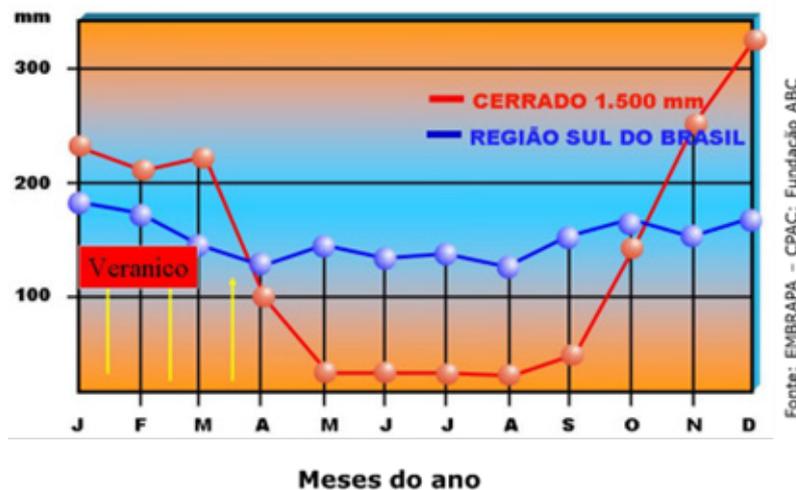


Figura 25. Distribuição de chuvas na região dos Cerrados e na região Sul.

O trabalho foi realizado com sistema de plantio direto fundamentado em três pilares: ausência de revolvimento, cobertura permanente e diversificação na rotação. O objetivo foi trabalhar com áreas que tivessem essas características, utilizando-se a palhada na camada superficial pois ela promove uma zona de contato que com o passar do tempo promove um fluxo de carbono para as camadas inferiores, além das raízes que quando há uma troca de cultura morrem e estas também passam a ser fonte de carbono e gerando com isso uma agregação. Com isso, tem-se também o link para o uso do *Lithothamnium*, cujo efeitos do carbonato e do cálcio atuam como ponte catiônica.

Em um delineamento experimental simples foram utilizados blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram realizados utilizando produto comercial (fertilizante NPK) e *Lithothamnium* nas doses: 0; 75; 150; 225; 300 e 375 kg ha⁻¹. Os atributos avaliados neste estudo foram a raiz, comprimento total de raiz, atributos fitotécnicos e consequentemente produção de fibras, produção de maçãs, no caso de algodão e diagnose do estado nutricional. Utilizou-se o modelo de processamento de imagens desenvolvido pela Embrapa Instrumentação Agrícola que é o programa SIARCS, onde se avaliou comprimento e densidade de raiz, abrindo trincheiras e fotografando as células (Figura 26).

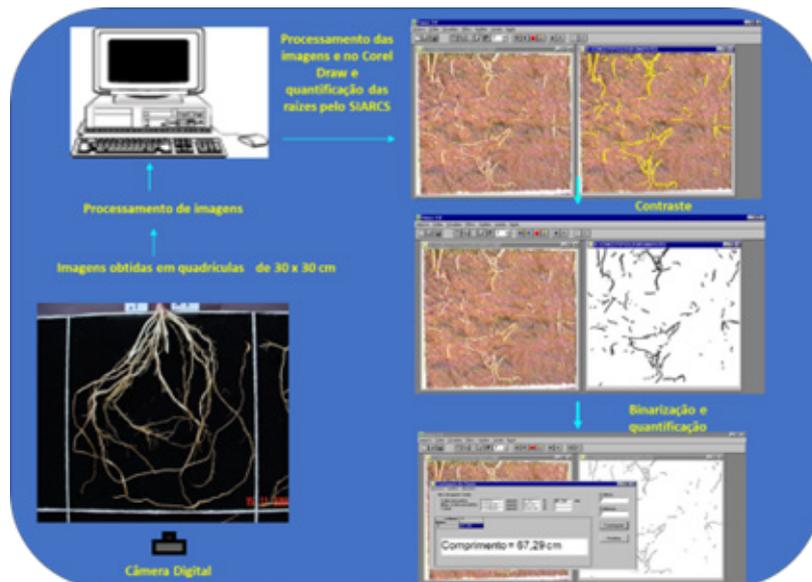


Figura 26. Modelo utilizado para avaliar comprimento e densidade de raízes com o programa SIARCS.

Com isso o foco dos resultados de pesquisa voltou-se para a produtividade, o algodão teve a sua produção total de aproximadamente 370 arrobas por hectare, apresentando uma relação linear. Estabelecendo que a faixa ótima de resposta situou-se em 175 até 275 kg de *Lithothamnium* mostrando até nessa situação há um potencial enorme de substituição do fertilizante químico (Figura 27).

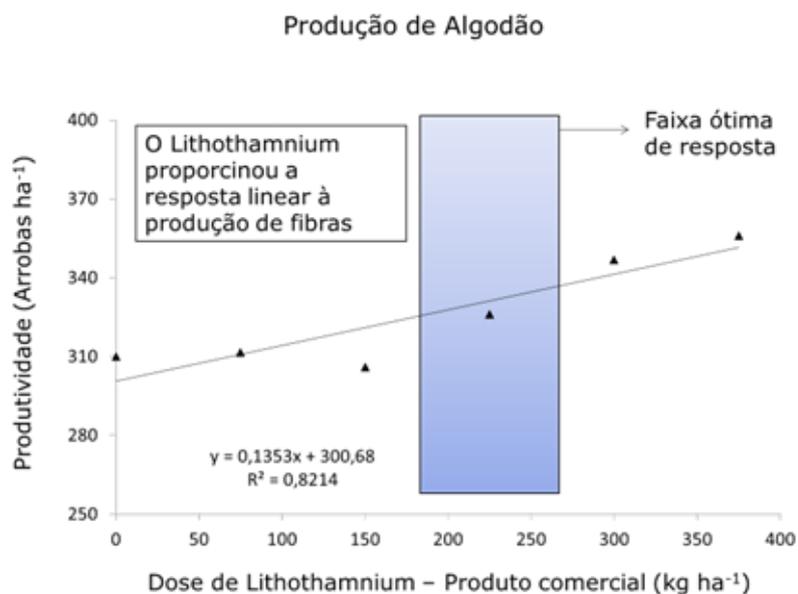


Figura 27. Produtividade do algodão versus doses de *Lithothamnium*.

Obteve-se uma relação quadrática de produção de maçãs de algodão e a faixa ótima de resposta também se situou em torno de 175 a 275 Kg ha⁻¹, evidenciando que há uma relação direta entre

esses dois atributos (Figura 28).

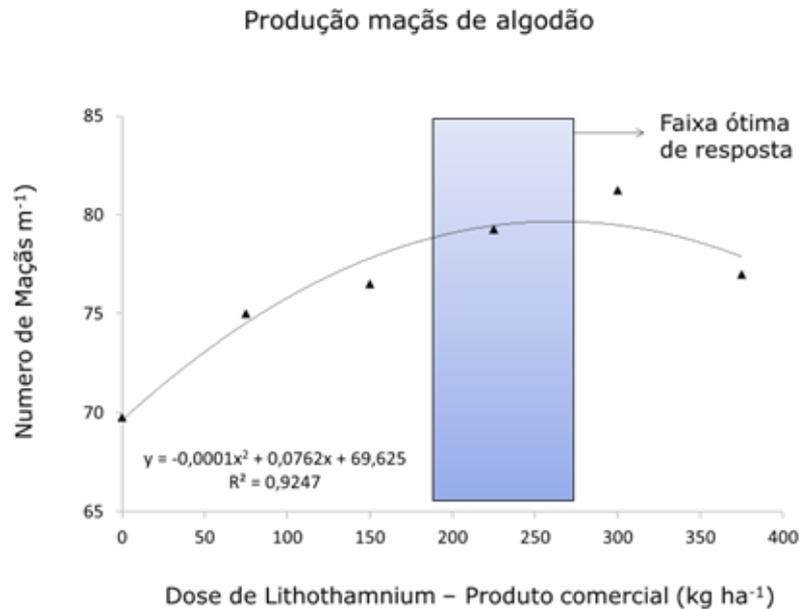


Figura 28. Produtividade de maçãs versus doses de *Lithothamnium*.

Na questão de fibra houve um ganho de até 300 kg, porém essas faixas de respostas não necessitam uma maior quantidade de *Lithothamnium* (Figura 29). O desenvolvimento da fibra é muito importante pois esse é o material que será exclusivamente utilizado e comercializado no ponto de vista material para tecelagem.

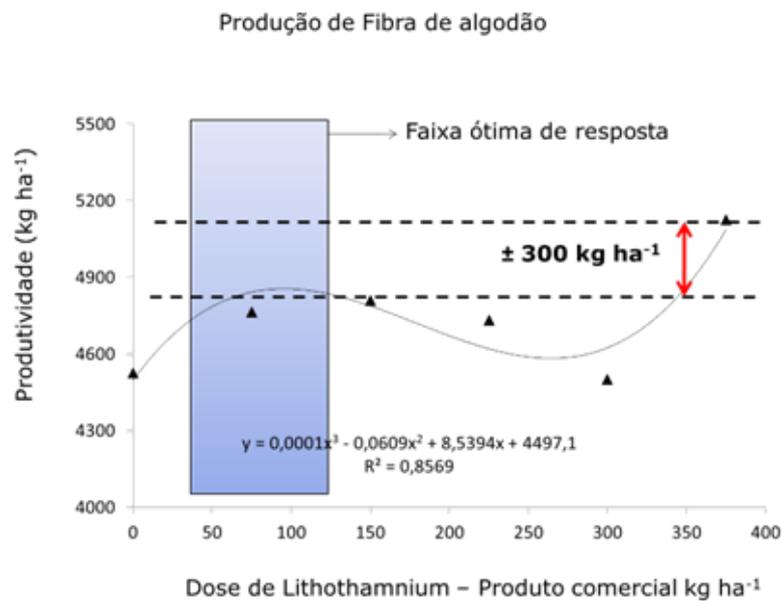


Figura 29. Produtividade de fibra de algodão versus doses de *Lithothamnium*.

Em relação a produção de maçãs obteve resposta dentro de valores menores entre 75 e 125 kg de *Lithothamnium* (Figura 30).

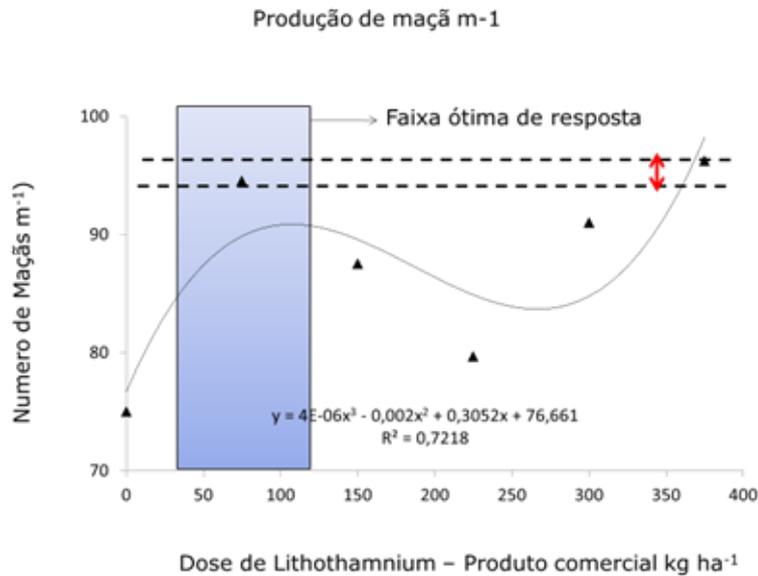


Figura 30. Produtividade de fibra de algodão versus doses de *Lithothamnium*.

Na cultura da soja obteve-se uma performance variada, visto que em algumas situações não apresentou respostas contundentes, apesar de apresentar respostas. Assim, a relação de comprimento de raiz com doses de *Lithothamnium* apresentou variação e a faixa de resposta situou-se entre 50 e 125 kg de *Lithothamnium* por hectare (Figura 31).

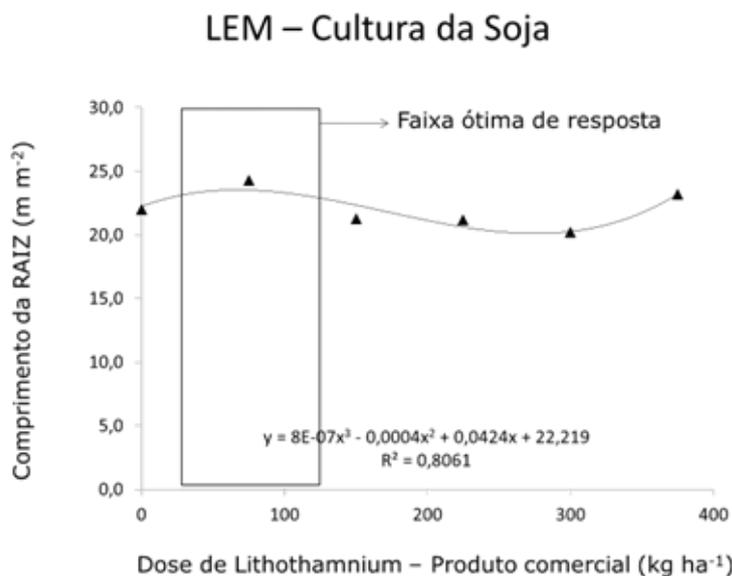


Figura 31. Comprimento da raiz de soja versus doses de *Lithothamnium*.

Dando-se ênfase para a relação entre comprimento de raiz e produtividade, através do isolamento na análise estatística, verificou-se a ocorrência do aumento de um metro de raiz por m² promoveu o ganho de uma saca de soja (Figura 32).

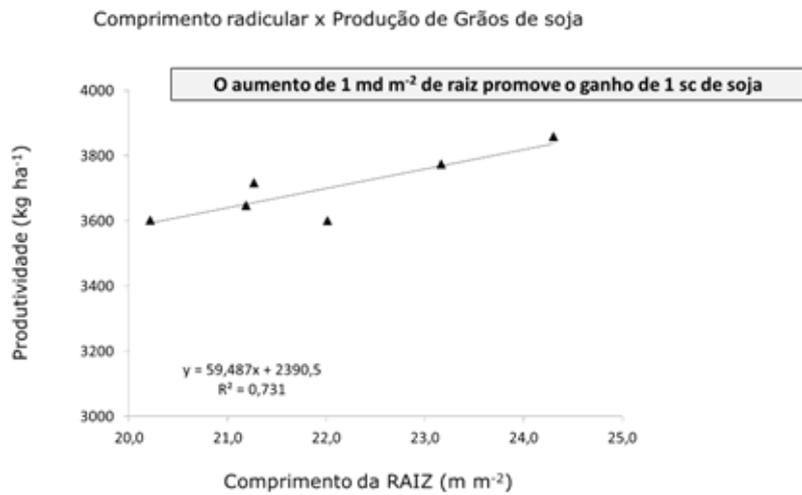


Figura 32. Comprimento da raiz de soja versus doses de *Lithothamnium*.

Corroborando com os dados, verificou-se que a produtividade foi diretamente proporcional ao crescimento radicular, apresentando uma resposta linear na produção de grãos (Figura 33).

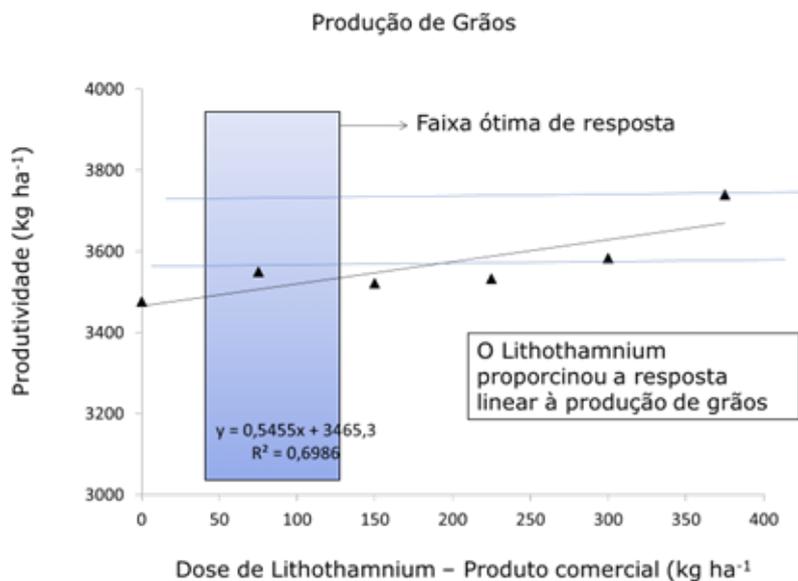


Figura 33. Comprimento da raiz de soja versus doses de *Lithothamnium*.

Assim, através da média dos 33 experimentos realizados, verificou-se a existência de uma faixa de variação em que se tem os limites inferiores e superiores de 50 kg a 100 kg para a soja e 125 Kg a

225 Kg para o algodão. Demonstrando que há uma amplitude para adotar nos casos de substituição ou combinação de *Lithothamnium* com outros fertilizantes com o objetivo de aumentar a eficiência dos fertilizantes (Figura 34).

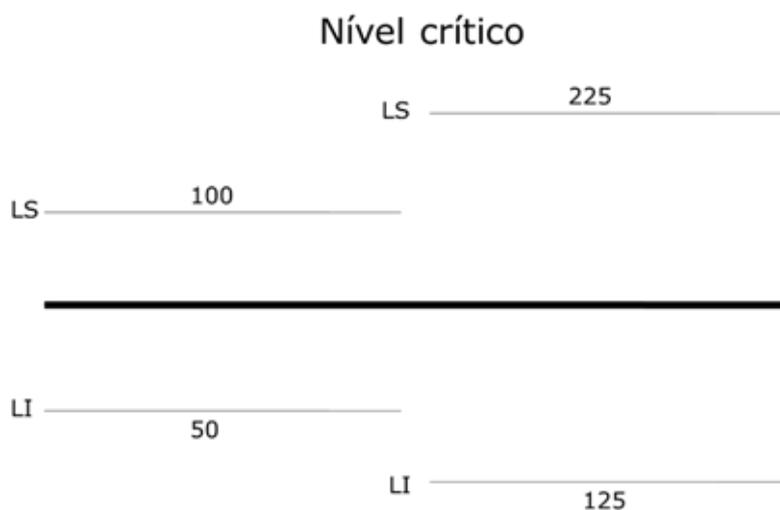


Figura 34. Limites para adoção de substituição ou combinação do uso de *Lithothamnium* em kg por hectare.

Assim, a resposta da adição do *Lithothamnium* em mistura com o fertilizante formulado NPK foi significativa tanto para desenvolvimento radicular quanto para produção de grãos e fibras. O decaimento do comprimento radicular após a dose de 75 kg ha^{-1} para o granulado pode estar associado ao efeito da reação alcalina em solos arenosos reduzindo a disponibilidade de micronutrientes, principalmente zinco e manganês. A produção de fibras não foi afetada, indicando que o efeito da redução da disponibilidade pode ser temporário. Não houve aumento do pH e, mesmo assim, não se prejudicou o desenvolvimento do algodão que tem o sistema radicular muito sensível.

O nível crítico para a produção de fibras de algodão é de 75 kg ha^{-1} para o desenvolvimento radicular e 150 kg ha^{-1} para a produção de fibra. Já para a cultura da soja foi de 75 kg ha^{-1} para o desenvolvimento radicular e para a produção de fibras com produto granulado e até 150 kg ha^{-1} para o produto líquido. Conclui-se então que o uso de *Lithothamnium* junto ao fertilizante mineral NPK promove maior eficiência na adubação.

Palestra 5: “Uso de Lithothamnium para Tratamento de Efluentes e seu Potencial Agrícola” - Alexandre Lioi Nascentes.

A palestra apresenta dados experimentais coletados ao longo do período de 2015 a 2022 com a finalidade de verificar o uso de *Lithothamnium* para tratamento de efluentes e ressaltar os possíveis potenciais agrícolas desse material após esse uso sanitário ambiental.

Verificou-se que existia o potencial de afinidade de alguns metais com o *Lithothamnium* e identificou-se a remoção de alguns metais por meio do contato. Com base nessa afinidade se iniciaram pesquisas e trabalhos com *Lithothamnium* para fins de remoção de alguns poluentes da água, utilizando-se o esgoto doméstico e o chorume de aterro sanitário. Ressalta-se a dificuldade na busca

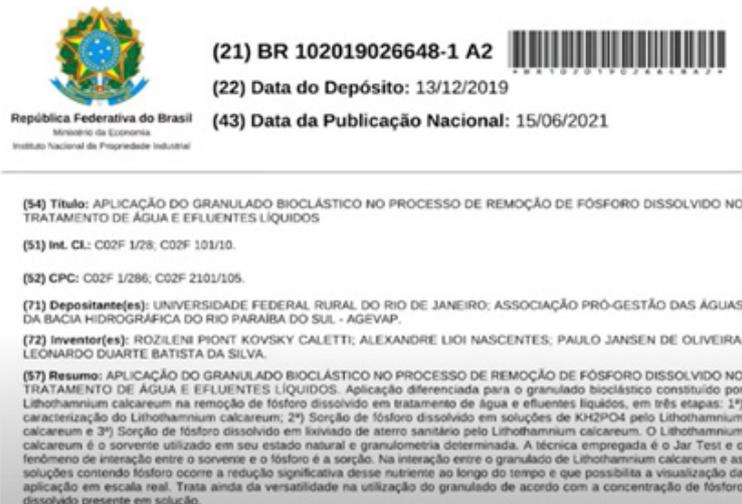


Figura 37. Depósito de patente de utilização de GBM no processo de remoção de fósforo.

Em um primeiro ensaio, utilizou-se o lixiviado de aterro sanitário coletado em Seropédica, município que atende a região metropolitana do Rio de Janeiro, e se colocou em contato com diferentes quantidades de massa do Lithothamnium. Assim, utilizou-se as proporções de 10; 20; 30; 40; 50 e 60 g L⁻¹ para um litro de lixiviado (Figura 38), e observou-se ao longo de 72 horas com o intuito de verificar as possíveis mudanças na característica do lixiviado, ou chorume de aterro sanitário, após esse contato (Figura 39).

Observou-se que o parâmetro que apresentou maiores alterações foi o fósforo que estava presente no lixiviado. A partir desses resultados, montou-se o segundo experimento utilizando soluções sintéticas de fosfato de potássio (KH₂PO₄) em diferentes proporções e fixando-se a quantidade do granulado. Assim, utilizou-se 1 litro de soluções previamente preparadas de KH₂PO₄ em concentrações de 5; 39 e 364 mg L⁻¹ e a quantidade única de 40 g do granulado bioclástico marinho (Figura 38).

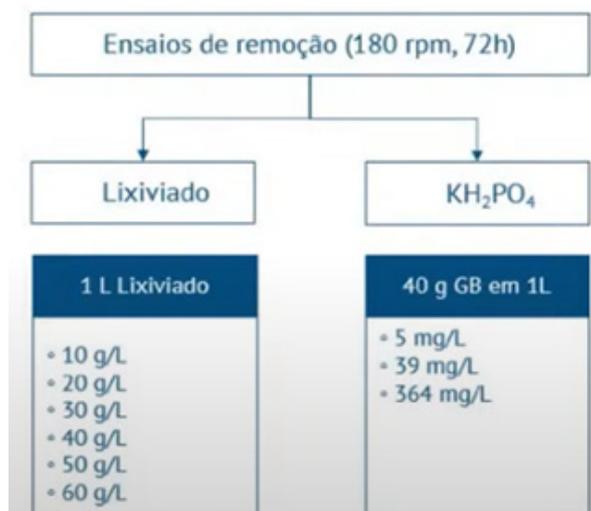


Figura 38. Delineamento dos ensaios utilizando-se lixiviado e diferentes composições de *Lithothamnium* e KH₂PO₄ em diferentes composições com dose única de lithothamnium ao longo de 72 horas.

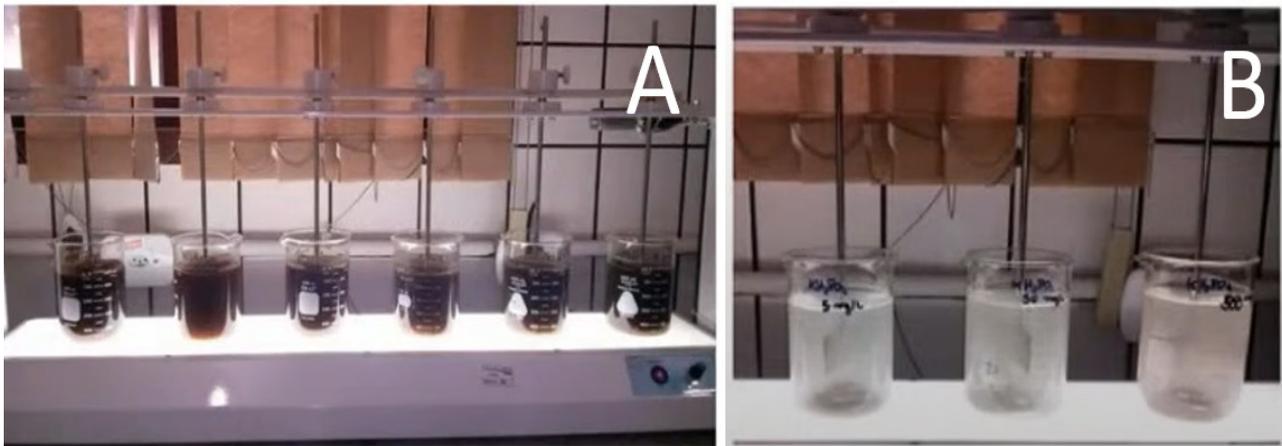


Figura 39. Ensaios contendo lixiviado e diferentes composições de *Lithothamnium* (A) e KH_2PO_4 em diferentes composições com dose única de *Lithothamnium* (B).

Fotos: Alexandre Lioi Nascentes

As coletas foram realizadas no momento inicial de estabelecimento do ensaio e após 24h, 48 h e 72h, onde se observou maior remoção de fósforo no meio aquoso nas primeiras 24 horas (Figura 40).

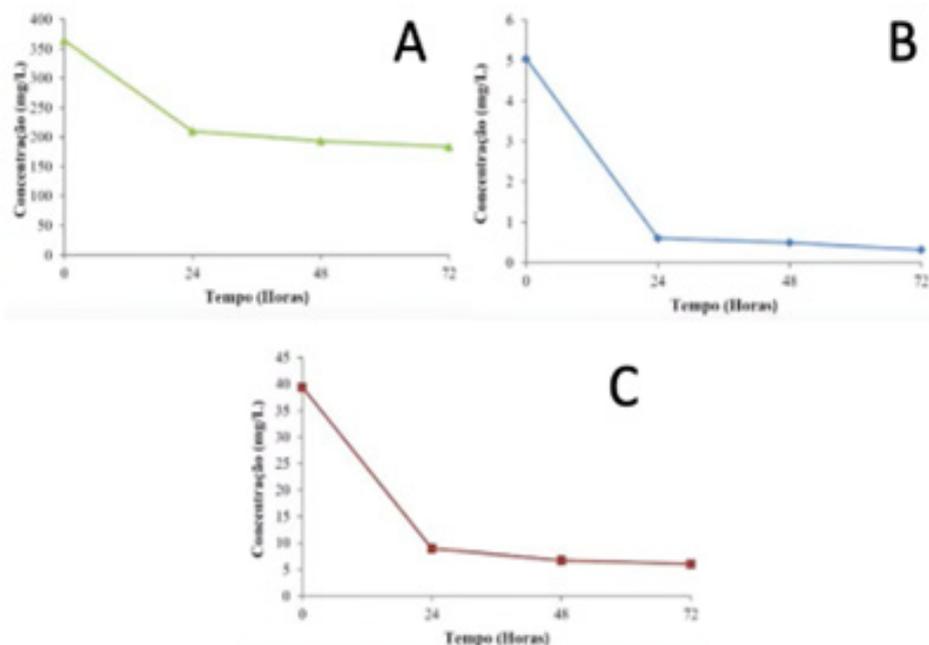


Figura 40. Gráficos contendo a concentração de fósforo em mg L^{-1} na solução de fosfato de potássio com 5 mg L^{-1} (A), 39 mg L^{-1} (B) e 364 mg L^{-1} (C) com 40 g de *Lithothamnium* ao longo de 72 horas .

Assim, foi verificado que, na fase aquosa, havia o sequestro do fósforo da solução. Na solução contendo concentração de 5 mg L^{-1} , chegou-se a 93% de remoção em 72 horas, sendo que nas

primeiras 24 horas ocorreu de fato a remoção de 88% do fosfato presente na solução (Tabela 9).

Tabela 9. Análise de remoção de fósforo.

| Concentração (mg L ⁻¹) | Concentração de PO ₄ ⁻³ e % Remoção | | |
|---------------------------------------|---|------------|------------|
| | 24 horas | 48 horas | 72 horas |
| 5 | 0,598 | 0,488 | 0,314 |
| % Remoção | 88% | 90% | 93% |
| 39 | 8,96 | 6,70 | 6,02 |
| % Remoção | 77% | 83% | 85% |
| 364 | 210,0 | 193,4 | 183,8 |
| % Remoção | 42% | 47% | 49% |

Em outro experimento, ainda investigando a ação de remoção, foi observado o comportamento do nitrogênio amoniacal presente no chorume do aterro sanitário de Seropédica-RJ. Colocou-se o lixiviado do aterro sanitário em contato com 40 g do *Lithothamnium*, na intenção de observar se haveria ou não alguma influência em relação ao nitrogênio amoniacal presente na amostra (Tabela 10).

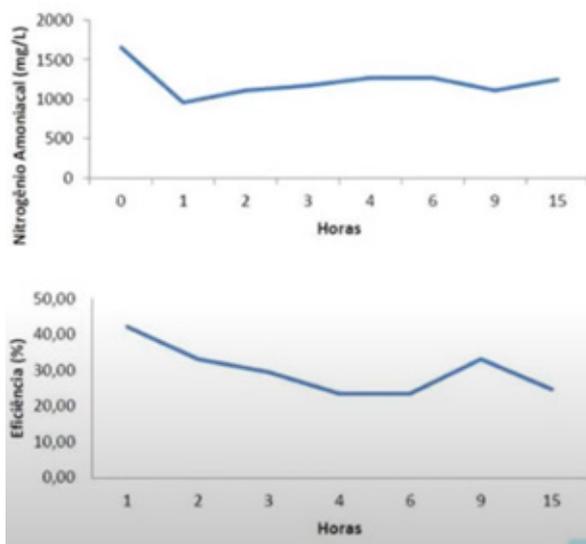
Tabela 10. Caracterização do efluente e parâmetros operacionais para coleta de amostras.

| Caracterização do Efluente (lixiviado) | | |
|---|---------|------------|
| Parâmetros | Unidade | Resultados |
| pH | [-] | 8,4 |
| Nitrogênio Amoniacal | (mg/L) | 1660 |
| Condutividade | (mS/cm) | 21,29 |
| Temperatura | (°C) | 22 |
| Parâmetros Operacionais | | |
| Parâmetros Operacionais | Unidade | Resultados |
| Rotação | Rpm | 280 |
| Volume da amostra | mL | 250 |
| Concentração – GB | mg/L | 80 |
| Tempo | h | 15 |
| Alíquotas nos intervalos 1,2,3,4,5,6,9 e 15h. | | |

Foi verificado que houve remoção pouco expressiva na ordem de 40% e, decorridas 15h, 24% de eficiência na remoção do nitrogênio amoniacal. Isso ocorreu em função do estabelecimento do equilíbrio da amônia na reação. Sendo assim, provavelmente houve a perda do nitrogênio por volatilização, não necessariamente devido ao aprisionamento dele na estrutura do granulado (Tabela 11 e Figura 41).

Tabela 11. Resultados de eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal (%) ao longo do tempo (h).

| Resultados Obtidos para Remoção de Nitrogênio Amoniacal | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----|
| Tempo | N | Eficiência de Remoção | pH |
| (h) | (mg L ⁻¹) | (%) | (-) |
| 0 | 1.660 | 0 | 8,4 |
| 1 | 959 | 42,23 | 8,3 |
| 2 | 1.110 | 33,13 | 8,3 |
| 3 | 1.170 | 29,52 | 8,3 |
| 4 | 1.270 | 23,49 | 8,4 |
| 6 | 1.270 | 23,49 | 8,4 |
| 9 | 1.110 | 33,13 | 8,4 |
| 15 | 1.250 | 24,7 | 8,6 |

**Figura 41.** Resultados da reação de remoção de nitrogênio amoniacal (mg L⁻¹) e a eficiência (%) ao longo do tempo (h).

Focando-se novamente no fósforo, realizou-se um experimento em que houve a preparação de três soluções de fosfato de potássio com concentrações de P de 1,4; 12; e 146 mg L⁻¹, incluindo-se 40g de *Lithothamnium* por amostra. Nesse experimento focou-se nas primeiras 24 horas onde havia sido verificada a maior remoção do fósforo livre na solução. Observou-se que a maior parte da reação ocorria nas primeiras 2 horas de remoção, esse processo acontecia principalmente entre as primeiras duas a três horas do processo (Figura 42).

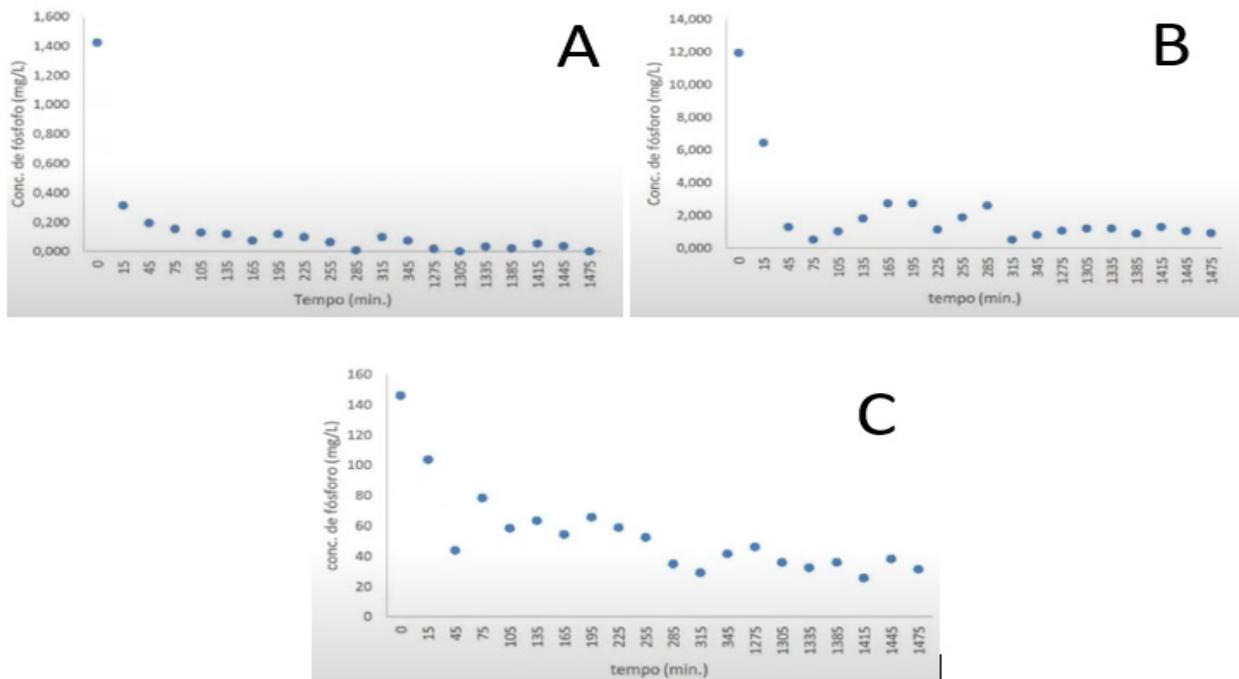


Figura 42. Remoção de fósforo nas concentrações de $1,4 \text{ mg L}^{-1}$ (A), 12 mg L^{-1} (B) e 146 mg L^{-1} (C) ao longo do tempo (min).

Em outro experimento foi realizada a caracterização do *Lithothamnium*, através de várias análises descritas na figura 43. Além disso, foram realizados novos ensaios de remoção para se verificar os melhores modelos matemáticos que se adequavam a reação de remoção do fósforo pelo Granulado Bioclástico.

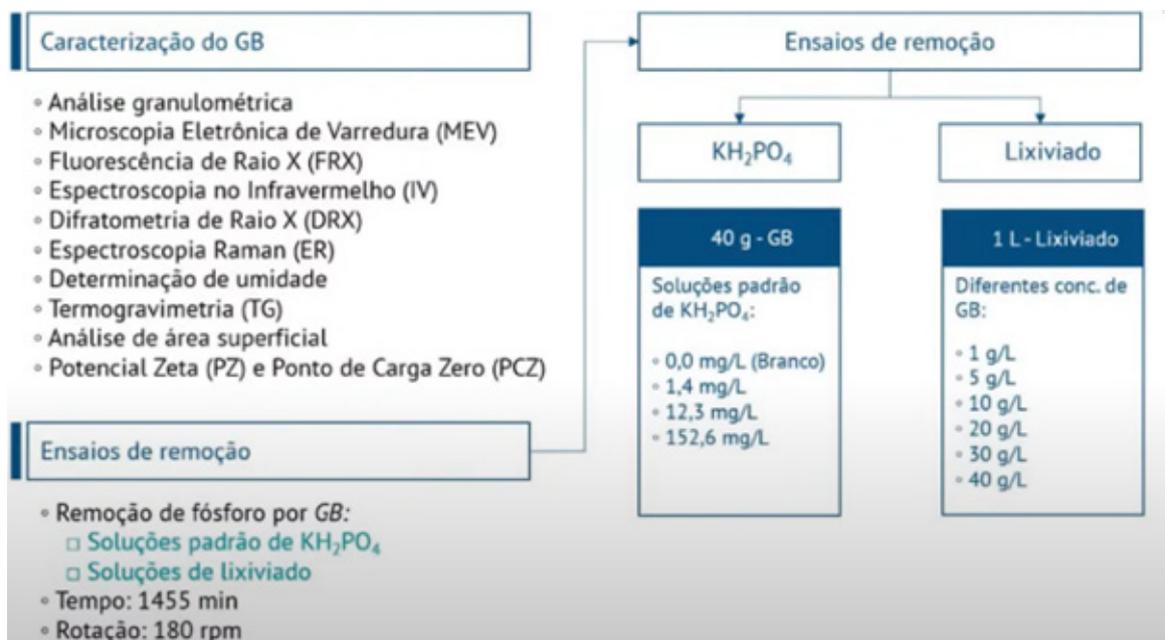


Figura 43. Ensaios de caracterização do *Lithothamnium* e delineamento de ensaios de remoção de fósforo.

Foi realizada a graduação do *Lithothamnium* bruto em peneiras para determinar a distribuição granulométrica das amostras, sem nenhum tipo de tratamento além do próprio material (Figura 44).



Figura 44. Ensaios de caracterização do Lithothamnium.

Fotos: Alexandre Lioi Nascentes

Ao se observar a estrutura do bioclástico utilizando a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), percebeu-se a presença de sítios ativos e irregularidades na superfície onde é possível que ocorra a deposição dos fosfatos de maneira ainda desconhecida (Figura 45).

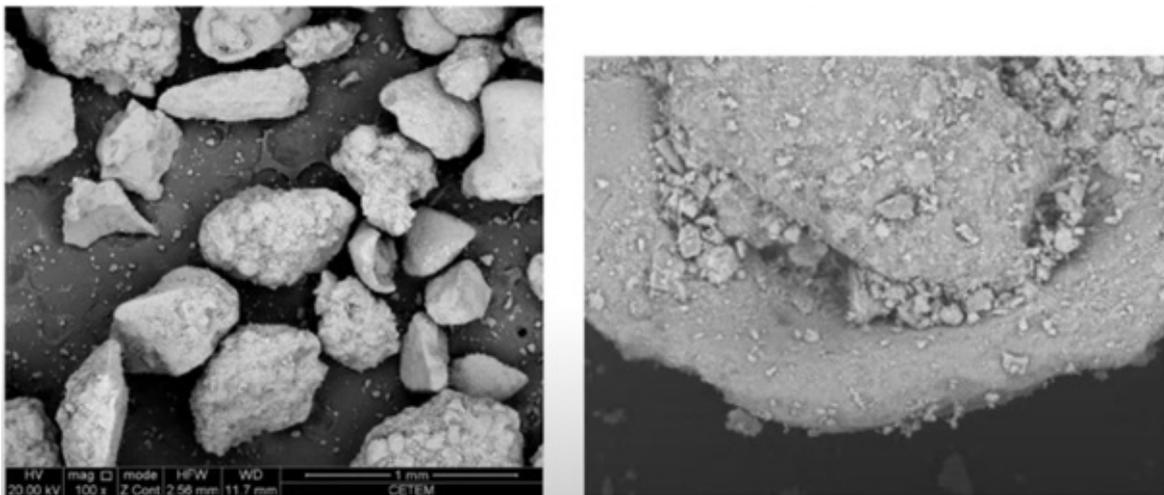


Figura 45. Ensaios com MEV em 100 vezes (A) e 1.000 vezes (B) para caracterização do *Lithothamnium*.

Após determinou-se os teores de óxidos do *Lithothamnium* obtidos através da espectrometria por fluorescência de raio-x, ressaltando-se a presença de 46,5% de óxidos de cálcio e 3,5% de óxido de magnésio (Tabela 12).

Tabela 12. Teor de óxidos do *Lithothamnium* obtidos em espectrometria por fluorescência de raio-x.

| Óxidos | Teor |
|--------------------------------|-------|
| P ₂ O ₅ | < 0,1 |
| K ₂ O | <0,1 |
| TiO ₂ | <0,1 |
| SrO | 0,39 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,48 |
| ClO | 0,52 |
| Al ₂ O ₃ | 0,56 |
| SO ₃ | 0,58 |
| Na ₂ O | 0,72 |
| SiO ₂ | 1,6 |
| MgO | 3,5 |
| CaO | 46,5 |
| PPC | 44,9 |

Os resultados mostraram a remoção de 100% do P na concentração inicial de 1,4 mg L⁻¹, 91% da remoção na solução de 12,3 mg L⁻¹ e em 152,6 mg L⁻¹ obteve-se 83% de remoção ao longo das 24 horas (Tabela 13), ressaltando-se a forma que a remoção se concentrou nas duas primeiras horas de ensaio (Figura 46).

Tabela 13. Ensaio de sorção com soluções de KH₂PO₄ e *Lithothamnium* e a eficiência de remoção do fósforo.

| KH ₂ PO ₄ | | |
|--|--------------------|---------------------------|
| 40 g – GB | | |
| Soluções Padrão de KH ₂ PO ₄ | | |
| Concentração de P inicial | Unidade | Eficiência na Remoção (%) |
| 1,4 | mg L ⁻¹ | 100% |
| 12,3 | mg L ⁻¹ | 91% |
| 152,6 | mg L ⁻¹ | 83% |

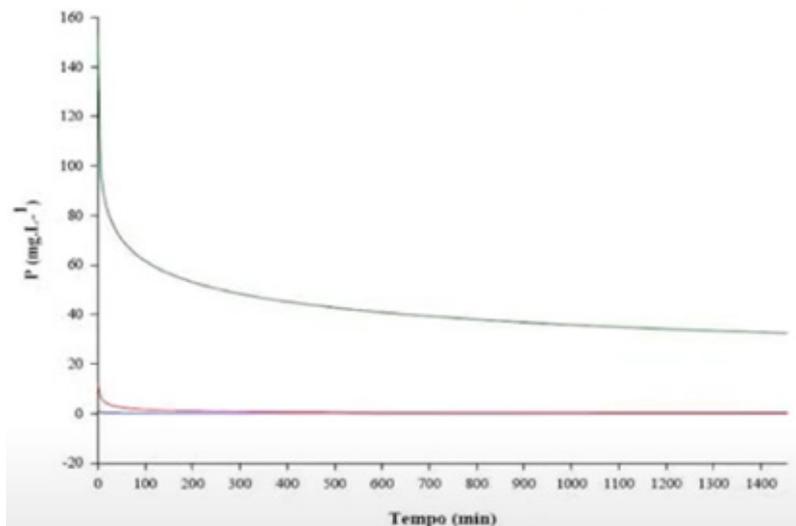


Figura 46. Curva de remoção do fósforo em mg L^{-1} ao longo do tempo (min).

Em um ensaio composto por 1 litro de lixiviado e diferentes composições de *Lithothamnium*, observou-se o comportamento do chorume do aterro sanitário domiciliar e a remoção do fósforo em percentual (%). Assim, foram adicionados 1; 5; 10; 20; 30 e 40 g de *Lithothamnium* em 1 litro de lixiviado de aterro sanitário (Tabela 14 e Figura 47).

Tabela 14. Massa da amostras com 1 litro de lixiviado

| Lixiviado | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|
| 1 Litro – Lixiviado | | | | | | |
| Massa inicial de GB (g) | | | | | | |
| | 1 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| Remoção P (%) | 64 | 68 | 73 | 77 | 81 | 82 |



Figura 47. Delineamento experimental contendo 1 litro de lixiviado e diferentes massas de *Lithothamnium* para remoção de fósforo.

Verificou-se que a eficiência aumenta à medida que aumenta a massa de *Lithothamnium*, tendo aumento da capacidade de remoção do fósforo (Figura 48). Destacando-se que o lixiviado é constituído de compostos nitrogenados, matéria orgânica, substâncias húmicas que podem estar sendo sequestrados da solução aquosa pelo *Lithothamnium*. Assim, o *Lithothamnium* após passagem por estação de tratamento pode se tornar um potencial produto para utilização agrícola.

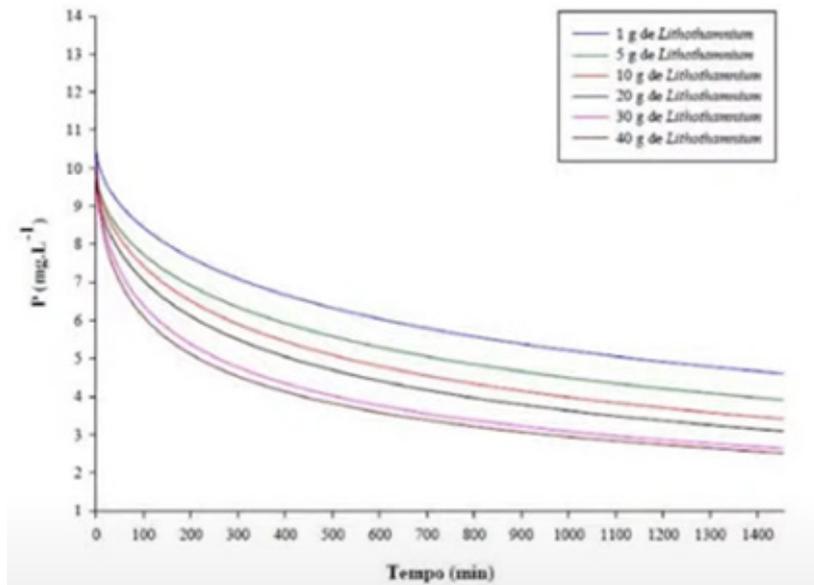


Figura 48. Curva de remoção do fósforo em mg L^{-1} ao longo do tempo (min) com diferentes massas de *Lithothamnium*.

Posteriormente, em 2019, realizou-se estudos onde se trabalhou com a simulação de uma estação de tratamento de esgoto, em bancada, e dosagens do *Lithothamnium* para essa estação de tratamento (Figura 49).



Figura 49. Estação de tratamento de esgoto em escala de bancada.

Monitorou-se parâmetros como pH, oxigênio dissolvido, temperatura, matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, sendo estes os parâmetros de interesse para simular efetivamente uma estação de tratamento de esgoto doméstico através do biorreator em escala de bancada (Figura 50). Introduziu-se o *Lithothamnium*, após a validação do procedimento, para verificar qual seria o efeito dele, não havendo nenhuma informação prévia se o trabalho seria benéfico ou não.

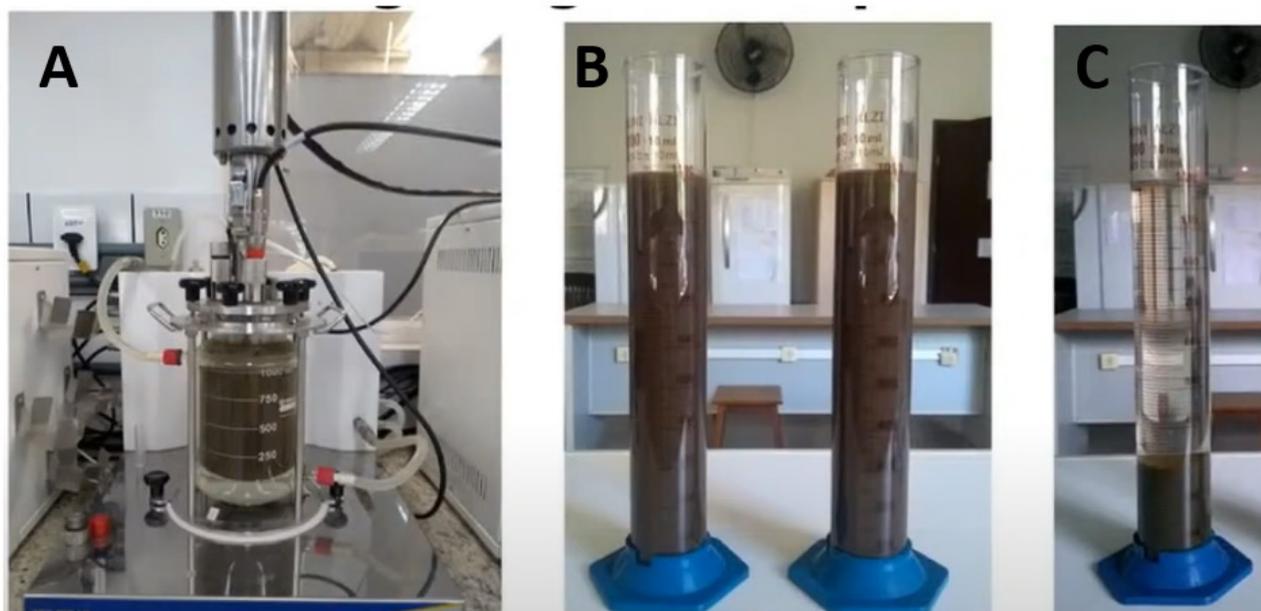


Figura 50. Simulação de uma estação de tratamento de esgoto em bancada. Biorreator (A); Mistura reacional (B); Sedi- mentação da mistura reacional (C).

Na primeira etapa deste estudo ocorreu somente o tratamento do esgoto que apresentou taxas de remoção da matéria orgânica expressas pela demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO). Os resultados demonstraram 84,36% de eficiência para a DBO e 87,21% de eficiência para DQO, no entanto o fósforo permaneceu incipiente, sem eficiência na remoção. Na segunda etapa, colocou-se o *Lithothamnium* dentro do biorreator da estação de tratamento de esgoto, e, verificou-se incremento da remoção da matéria orgânica, com 96,65% de DBO e 94,28 para DQO e a remoção do fósforo de 77,74% (Tabela 15).

Tabela 15. Resultados das etapas de tratamento de esgoto sem uso do *Lithothamnium* (Etapa 01) e com *Lithothamnium* (etapa 02) em uma estação de tratamento de esgoto de bancada.

| Resumo da eficiência dos processos em termos de valores médios | | | | | |
|--|-------------|---------|---------|-------|----------------|
| Etapas | Parâmetro | Unidade | Entrada | Saída | Eficiência |
| Etapa 01 | DBO 5,20 | mg L-1 | 387,67 | 60,64 | 84,36% |
| | DQO | mg L-1 | 710,03 | 90,84 | 87,21% |
| | Fósforo (P) | mg L-1 | 8,22 | 11,20 | Sem eficiência |
| Etapa 02 | DBO 5,20 | mg L-1 | 387,67 | 13,0 | 96,65% |
| | DQO | mg L-1 | 710,03 | 40,58 | 94,28 % |
| | Fósforo (P) | mg L-1 | 8,22 | 1,83 | 77,74% |

Alguns trabalhos ainda estão sendo analisados como o experimento com colunas de adsorção em leito fixo com *Lithothamnium*, avaliando como pós-tratamento de estação de tratamento de esgoto, visando a remoção do fósforo que nos recursos hídricos é um poluente de difícil remoção. Experimento com o objetivo de avaliar o potencial agrícola do *Lithothamnium* saturado após sua utilização em coluna de adsorção. E experimento com o objetivo de avaliar a adição do *Lithothamnium* ao solo de wetlands de alagados construídos, forma de estação de tratamento de esgoto sanitário, com a pretensão de misturar ao solo do cultivo das espécies que são utilizadas no wetland construído para fins de tratamento de esgoto e observar o que isso vai trazer de melhoria ou não do processo de tratamento.

Ao final a cada estudo é analisado o que ainda as perspectivas de trabalhos futuros, algumas propostas são: tratamento térmico e/ou químico, termoquímico, do próprio granulado, a fim de avaliar o aumento da capacidade de adsorção por parte do granulado; um possível estudo de avaliação da remoção de hormônios pesticidas e diversos outros poluentes orgânicos persistentes; utilização de blends com carvão ativado, zeólitas e/ou biochar; intenção de utilização do bioclástico como remediação direta de lagos reservatórios eutrofizados com teores elevados de fósforo em reservatórios, lagos e lagoas, e, finalmente, a utilização do *Lithothamnium* pós uso em tratamentos de água e esgoto e seu potencial uso agrícola como fertilizante/condicionador para diversas culturas agrícolas.

Por fim, a própria constituição do *Lithothamnium* pós-uso e o potencial Agrícola do *Lithothamnium* para diferentes culturas, havendo inúmeras possibilidades.

Palestra 6: “Contribuição do Uso dos Granulados Bioclásticos Marinhos para a Transição de Modelos de Agricultura de Baixo Carbono” - Weber Antônio Neves do Amaral.

Nesta palestra são apresentados em contexto no ponto de vista da paisagem, o programa ABC+, de agricultura de baixo carbono, e a relação deste programa com os granulados bioclásticos marinhos – que é o termo que deva ser usado como enfoque para esse insumo tema desse workshop: *Lithothamnium*.

O Brasil se tornou nas últimas décadas no motor de produção de alimentos para o mundo com sustentabilidade através de programas e políticas públicas inovadoras, com ciência e tecnologia e com o compromisso dos produtores rurais com a produção de forma competitiva. Aliados a esses fatos, também investimentos e desenvolvimento da cadeia do agronegócio podem ser adicionados. Mas a pergunta é: Onde os GBM se encaixam nesta trajetória?

O solo no Brasil possui múltiplos usos, destacando-se que a agricultura ocupa aproximadamente 85 milhões de hectares (Mha), equivalente a 10% da área total de 850 Mha. A agricultura está expandindo territorialmente e ocupando áreas com predominância de pastagens degradadas com baixa produtividade, não necessariamente as áreas remanescentes de vegetação nativa que ocupam 66% da área total. A agricultura, pecuária e florestas plantadas ocupam, em conjunto, cerca de 260 Mha, totalizando 30% do território total brasileiro (Figura 51).

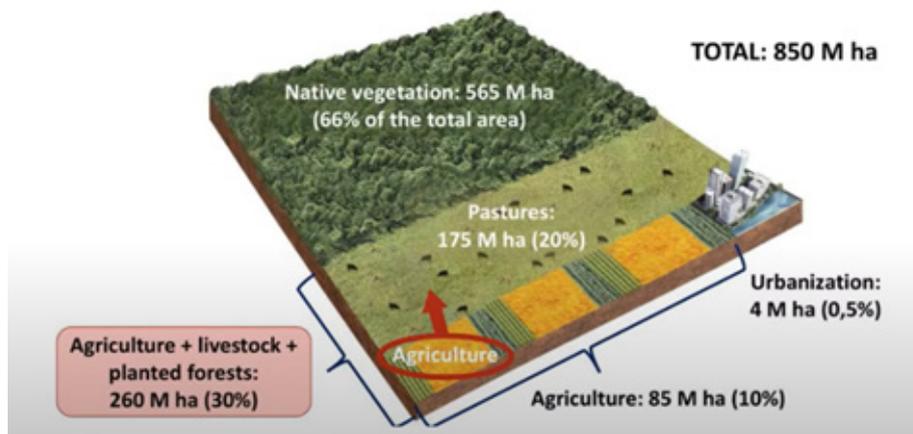


Figura 51. Uso do solo no Brasil

A trajetória da ocupação da terra acompanha a trajetória da produção de brasileira de grãos, em que se obteve o aumento de 441% na produção em um período de 30 anos compreendido entre 1976 e 2021. Este aumento está associado ao aumento de 53% nas áreas destinadas a produção de grãos e, devido a avanços tecnológicos e científicos, obteve-se o ganho na produtividade de 193% (Figura 52).

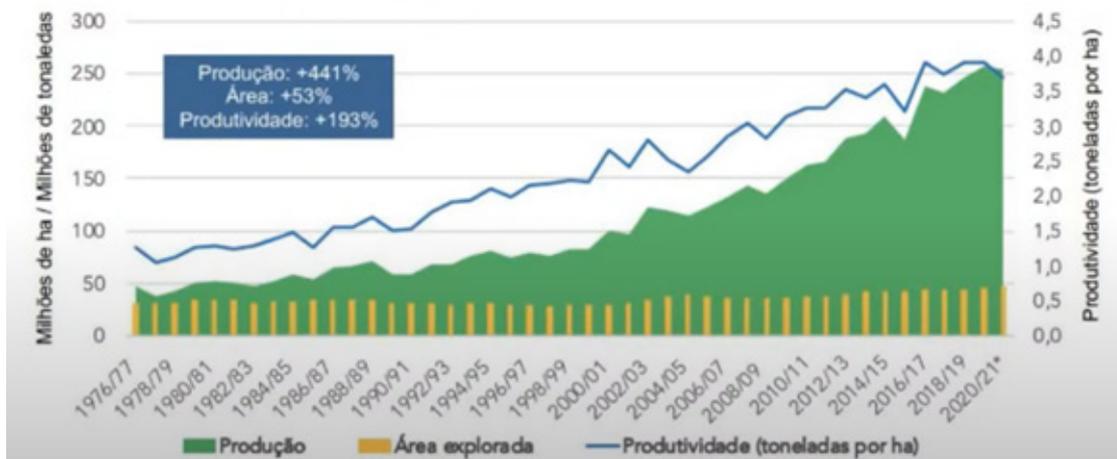


Figura 52. Evolução da produção brasileira de grãos de 1976 a 2021

Fonte: MAPA (2021)

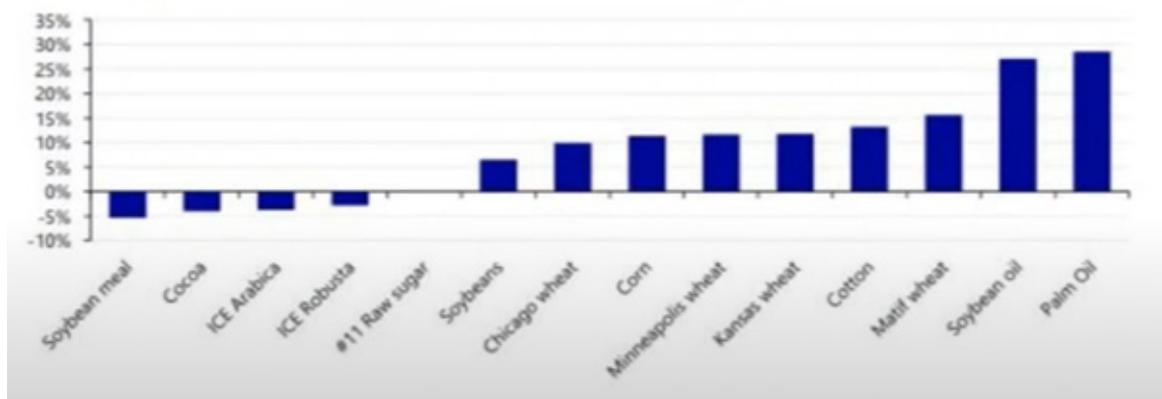
Este avanço na produção de grãos brasileira ocorreu principalmente devido aos avanços da ciência promovidos pelos órgãos de fomento a pesquisa, como Embrapa e Universidades, em conjunto com os produtores que a utilizam na prática. A partir disso, este crescimento gerou impactos na balança comercial significativas, em que de 2010 a 2020 houve quase a duplicação do valor de exportações do agro em bilhões de dólares, ocasionando a geração de receita (Tabela 16).

Tabela 16. Balança comercial do agronegócio brasileiro de 2010 a 2021

| Balança Comercial do Agro Brasileiro | Exportações | Importações | Saldo |
|--------------------------------------|-------------------|-------------|---------|
| | (bilhões de US\$) | | |
| 2010 | 76,395 | 13,398 | 62,997 |
| 2015 | 88,168 | 13,073 | 75,095 |
| 2016 | 84,937 | 13,627 | 71,310 |
| 2017 | 96,014 | 14,154 | 81,860 |
| 2018 | 101,168 | 14,038 | 87,130 |
| 2019 | 96,850 | 13,781 | 83,069 |
| 2020 | 100,701 | 13,054 | 87,647 |
| 2021 | 120,586 | 15,528 | 105,058 |
| Total (2010 até 2021) | 764,819 | 110,653 | 654,166 |

Fonte: MAPA (2021)

Apesar da crescente produtividade no agronegócio brasileiro, os preços das culturas, principalmente das commodities, apresentam volatilidade devido a dependência externa de recursos como energia e insumos, fertilizantes (Figura 53). Em 2022, grande parte desta vulnerabilidade foi associada a instabilidade política e econômica ocasionada pela guerra entre Rússia e Ucrânia.

**Figura 53.** Volatilidade dos preços de *commodities* de 31 de março a 29 de abril de 2022.

O Brasil foi pioneiro na criação do programa da agricultura de baixo carbono (ABC), criado em 2010, em que consolidou ações que antes eram realizadas de formas isoladas. Este programa foi criado pelo decreto 7.390/2010 e suportado pela resolução 3896 do Banco Central (BACEN) através de linhas de créditos para a implantação, tendo este programa firmado 7 eixos: 1- Recuperação de pastagens degradadas; 2- Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs); 3- Sistemas de plantio direto (SPD); 4- Fixação biológica de nitrogênio (FBN); 5- Florestas plantadas; 6- Tratamento de dejetos animais; 7- Adaptação às mudanças climáticas. Sendo que o granulado bioclástico marinho é transversal a todos esses eixos dentro do programa.

Assim, entre 2010 e 2020, o Brasil conseguiu através do plano ABC adotar as tecnologias, uma ou mais práticas, em 52 Mha e ocasionou a mitigação por meio do sequestro de carbono equivalente (CO2 eq.) em aproximadamente 170 milhões de toneladas (Figura 54).



Figura 54. Metas e resultados do plano de agricultura de baixo carbono (ABC) para o período de 2010 a 2020.

Nos Estados Unidos da América, em 2018, houve menções ao modelo de agricultura para melhoria da qualidade do solo e sequestro de carbono pelo US Farm Bill (Figura 55), visto que o solo é o ativo mais importante para o produtor rural, e sua saúde está relacionada com a biota e a capacidade de reter nutrientes e matéria orgânica de modo que as plantas e animais possam aproveitá-los de forma sustentável.

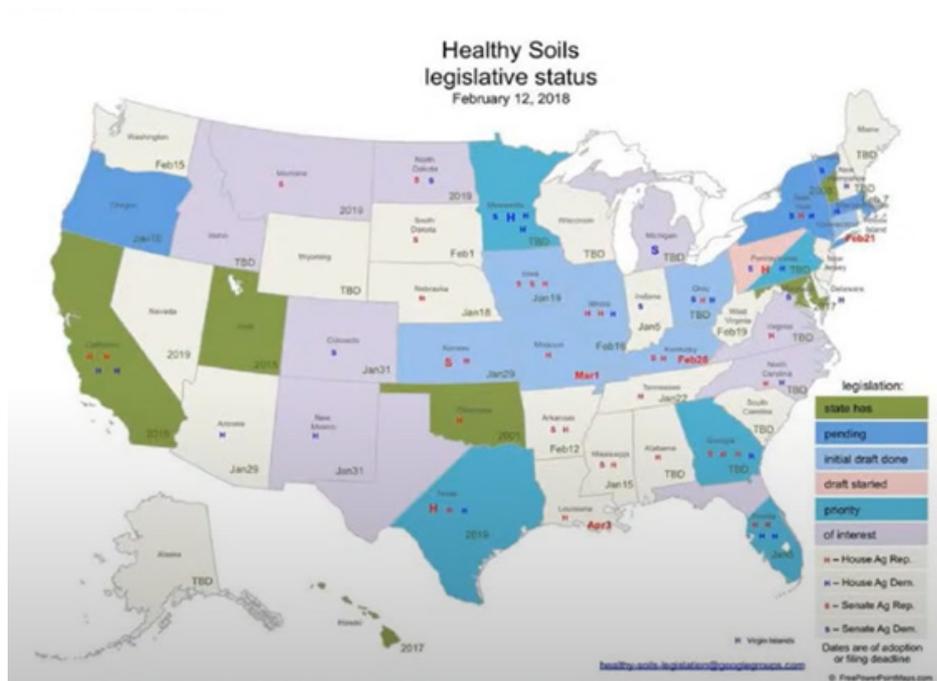


Figura 55. Legislação quanto a saúde dos solos em relação nos estados legislativos dos Estados Unidos da América.

Após o período de 10 anos do lançamento do plano ABC, o Ministério da Agricultura lançou o plano ABC+ que possui como eixos orientadores o enfrentamento dos impactos adversos da mudança do clima, o aumento da resiliência e a sustentabilidade do setor agropecuário.

As metas alcançadas pelo programa demonstra o protagonismo do Brasil na economia de baixo carbono, especialmente na área de tecnologias e práticas sustentáveis que bateu 154% acima do valor estabelecido no plano ABC (Figura 56).



Figura 56. Uso do território e metas alcançadas pelo Brasil no plano ABC.

O plano safra gera os instrumentos financeiros para fomentar o programa ABC através de linhas de crédito e ofertas de recursos. Para o plano 21/22 foram destinando R\$5 bilhões, 100% a mais que no ano anterior, para três eixos: unidades de produção de bioinsumos e biofertilizantes, sistemas de geração de energia renovável e geração de energia elétrica, a partir de biogás e biometano (Figura 57). Sendo estas, áreas de interesse correlatas aos granulados bioclásticos marinhos.

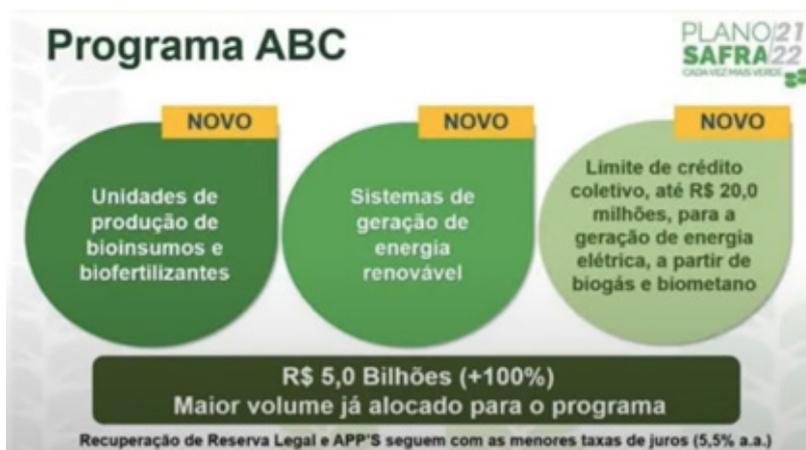


Figura 57. Recursos do plano safra destinados ao plano ABC para 2021/2022.

Fonte: Plano ABC (2021)

O plano safra possui, para o plano ABC, prazo máximo de 12 anos e para carência de 8 anos, com limite de crédito de R\$ 5 milhões por beneficiário, recurso total oferecido de R\$ 5 bilhões e taxas de juros de até 5,5% e 7,0% ao ano (Tabela 17).

Tabela 17. Recursos do plano safra para os programas para 2021/2022.

| Programa | Recursos Programas | Limite de Créd./ Beneficiário | Prazo máx. | Carência máx. | Tx. de Juros de até |
|---------------------|--------------------|-------------------------------|------------|---------------|---------------------|
| | | | (anos) | (anos) | (% a.a) |
| Morderfrota | 7,53 | 85% | 7 | 14 meses | 8,5 |
| Moderagro | 1,89 | R\$ 880 mil/ 2,64 milhões** | 10 | 3 | 7,5 |
| Proirriga | 1,35 | R\$ 3,3/9,9** milhões | 10 | 3 | 7,5 |
| ABC | 5,05 | R\$ 5,0 milhões | 12 | 8 | 5,5 e 7,0 |
| PCA | 4,12 | R\$ 25 milhões/100%* | 12 | 3 | 5,5 e 7,0 |
| Inovagro | 2,6 | R\$ 1,3/3,9** milhões | 10 | 3 | 7 |
| Prodecoop | 1,65 | R\$ 150 milhões | 10 | 3 | 8 |
| Pronaf | 17,6 | R\$ 165 mil | 10 | 3 | 3,0 e 4,5 |
| Pronamp | 4,88 | R\$ 430 mil | 8 | 3 | 6,5 |
| Procap Agro (GIRO) | 1,5 | R\$ 65 milhões | 2 | 6 meses | 8 |
| SUBTOTAL | 48,17 | - | - | - | - |
| Bancos Cooperativos | 1,78 | - | - | - | - |
| Juros Livres | 16,66 | - | - | - | - |
| Não Equalizados | 6,84 | - | - | - | - |
| Total | 73,45 | - | - | - | - |

Fonte: MAPA (2021)

Assim, a partir do entendimento da agricultura de baixo carbono, verifica-se que os granulados bioclásticos marinhos podem ser um grande contribuidor para alcançar as metas determinadas pelos

planos ABC e ABC+, uma vez que já existe uma base científica sólida que mostra a eficácia na produtividade para diferentes culturas e seu uso para biofortificação, cabendo entender a complexidade de interações dos micronutrientes existentes e suas contribuições direta para a biota e acúmulo de carbono no solo que o produto promove.

Dentro deste contexto, a Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de 2021 (COP26) determinou, com base no acordo de Paris, demandas que os países devem atender para reduzir as emissões de metano em 30% até 2030 na agropecuária através da recuperação de pastagens, intensificação e manejo como base da pecuária sustentável e com utilização de tecnologias e apoio aos produtores.

Os granulados contribuem em uma escala de paisagem como o programa ABC+ em suas bases conceituais, ou seja, abordagem integrada da paisagem, produção de sistemas, práticas, produtos e processos de produção sustentáveis e estratégia combinada de adaptação e mitigação (Figura 58).

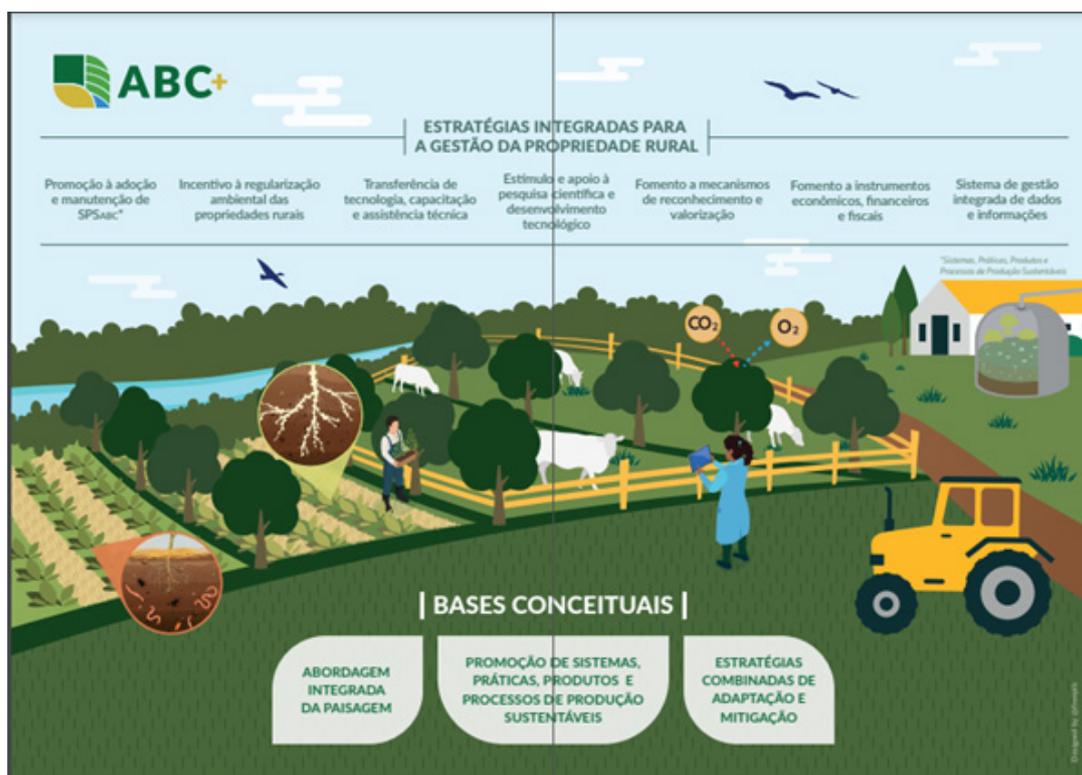


Figura 58. Estratégias integradas para a gestão da propriedade rural no plano ABC+.

Fonte: Plano ABC (2021)

O plano ABC+ propõem metas mais arrojadas e factíveis de aumento de adoção das tecnologias em 72,7 milhões de hectares, um aumento de 30% em relação a meta alcançada anteriormente, e mitigação de 1,1 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente. Para que estas metas sejam atingidas os granulados bioclásticos marinhos podem contribuir através do eixo III que estimula e apoia a pesquisa aplicada para o desenvolvimento ou aprimoramento de sistemas, práticas, produtos e processos de produção sustentáveis com foco no aumento da resiliência, da produtividade e renda, e no controle das emissões de fases de efeito estufa.

Isto ocorre pois este produto, o GBM, possui grande superfície específica e com vários micronutrientes que interagem entre si e com a biota (Figura 59). Quando aplicado, apresenta respostas positivas para as diferentes culturas agrícolas anuais, perenes e semi-perenes e pastagens.

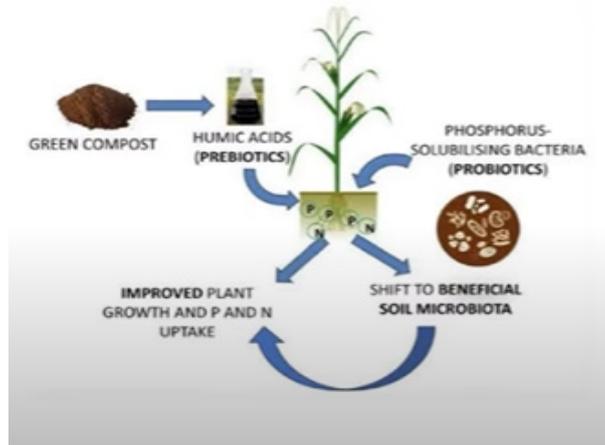


Figura 59. Relações dos granulados bioclásticos marinhos no solo.

O sistema radicular é o indicador da eficiência do que se está aplicando no solos, pois isto afeta a arquitetura e o desenvolvimento das raízes (Figura 60). Este bioindicador pode quantificar as mudanças com o objetivo de classificar o impacto, a conversão e retenção do carbono no solo. Carbono este que esta disponível no solo e, uma vez que há qualquer revolvimento, ocorre a liberação rápida na atmosfera, portanto, o solo necessita de manejo adequado como no método do cultivo mínimo. Além do carbono prontamente disponível, há o carbono mineralizado que permanece fixo no solo. O GBM consegue, portanto, manter o carbono de liberação rápida e realizar a fixação do carbono mineralizado no solo.



Figura 60. Respostas do sistema radicular em diferentes cenários.

Fonte: MAPA (2021)

O total de carbono acumulado no solo (1.500 gigatons) é duas vezes maior que o carbono presente na atmosfera (750 gigatons) e três vezes maior que na vegetação (560 gigatons) (Figura 61). Assim, os granulados bioclásticos marinhos possuem papel fundamental no ciclo do carbono quando aplicado no solo.

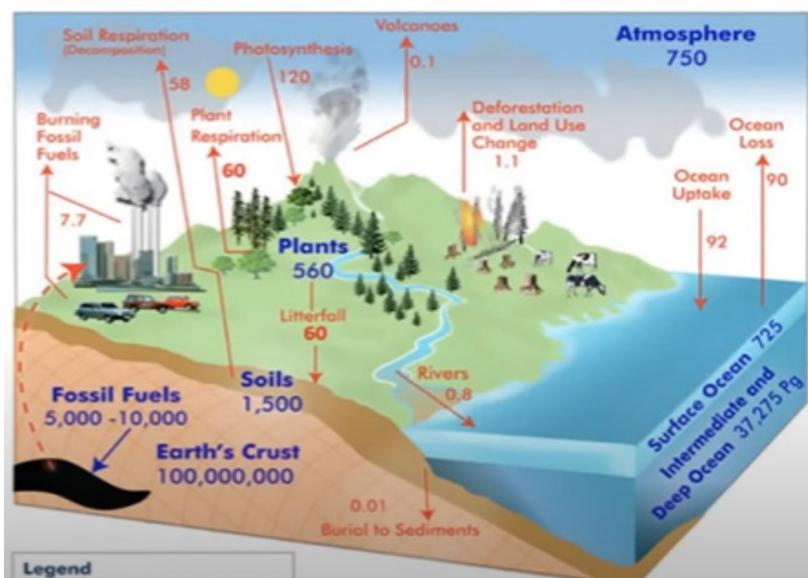


Figura 61. Ciclo do carbono.

Assim, o Brasil tem o importante papel a ser desempenhado na agricultura através da geração de valores e competitividade do país com o manejo do solo com negócios sustentáveis e, consequentemente, prosperidade. Isto deve ocorrer pois o Brasil possui participação de 27,4% da agricultura no produto interno bruto (PIB) do país (Figura 62).



Figura 62. Participação da agricultura no PIB de países pelo mundo.

As oportunidades são inúmeras para a geração produtos financeiros, pautado no plano safra, de modo que há a delimitação da taxonomia financeira para conversão de recursos em títulos verdes, quantificando os impactos positivos do uso de uma solução, insumo ou bioinsumo, por exemplo, e gerando produtos financeiros como títulos verdes. Existindo a precificação das toneladas dos títulos de carbono comercializados, girando em torno de US\$12 (Tabela 18).

Tabela 18. Precificação das toneladas de carbono em dólares americanos.

| Carbon Market Prices of CORSIA-eligible Carbon Credit Transactions by Project Category, 2021 (through Nov 30th, 2021) | | |
|--|-------------------------|--------------------------------|
| Project Category | Wrighted Average Price | Price Spread Between Min & Max |
| | (USD/tCO ₂) | (USD/tCO ₂) |
| Energy Efficiency/Fuel Switching | \$ 2,52 | \$ 14,01 |
| Forestry and Land Use | \$ 11,76 | \$ 16,00 |
| Renewable Energy | \$ 1,19 | \$ 18,06 |
| Waste Disposal | \$ 20,67 | \$ 45,40 |
| Other | \$ 18,92 | \$ 15,32 |
| All Categories | \$ 3,08 | \$ 46,94 |

Os projetos desenvolvidos no protocolo de Kyoto estão com amadurecimento em processo de encerramento, pois focavam em energia renováveis e substituição energética, e provavelmente, os projetos nesta linha não terão mais elegibilidade, pois o custo da produção de painéis fotovoltaicos e energia eólica reduziu e o carbono serve para alavancar projetos que não são tão viáveis, tornando a agricultura com sequestro de carbono uma oportunidade.

Assim, o BACEN está criando o bureau verde em 2022 para definir os critérios de sustentabilidade para concessão de créditos, medindo os parâmetros, produtos e outros fatores que estão inclusos no plano ABC e a quantificação se torna um fator necessário para obtenção dos títulos verdes.

Os granulados bioclásticos marinhos, portanto, podem diminuir a dependência externa, auxiliar na balança comercial brasileira e contribuir diretamente para redução da emissão dos gases do efeito estufa através de premissas quantificáveis. Possibilitando, futuramente, a criação de planos que incentivem o uso desses produtos em mistura com fertilizantes químicos beneficiados de taxas de capital mais baixas e redução de riscos.

Discussão referente à Mesa Redonda 2

Pergunta (P) – Tarcisio Cobucci: O *Lithothamnium* pode ser utilizado para glifosato no solo (fosfito de glicina)?

Resposta (R) - Alexandre Lioi (UFRRJ): O *Lithothamnium* possui potenciais ainda muito desconhecidos, em termos de compostos com os quais ele pode ter reatividade. Assim, há possibilidade de estudos com o fosfito de glicina, hormônios sintéticos, poluentes orgânicos e outros componentes importantes presentes em corpos hídricos. A partir disso, pode ser interessante analisar a capacidade do *Lithothamnium* de sequestrar compostos que sejam de interesse para aplicação na agricultura.

(P) - Silvio Gomes de Oliveira: O quão avalia ser importante e urgente implementar o uso desse fertilizante no fortalecimento da agricultura nacional?

(R) – Paulo Melo (UFLA): Trabalha-se com aportes adicionais, ou seja, pode aumentar o uso do *Lithothamnium* com o padrão da fazenda de adubação ou redução do adubo mineral, NPK, nas faixas de 10%, 20%, 30% até 40%. Sendo que o *Lithothamnium* possui a capacidade de aumentar a eficiência do fosfato, mesmo com a redução em percentual do adubo.

(P) – Marco Araújo: O *Lithothamnium* aumenta a eficiência dos fertilizantes. Há trabalhos medindo essa eficiência e fornecendo o valor de quanto aumenta?

(R) - João Carlos (UEPG): Quando se fala em agricultura, cultivo de grãos e fibras e energia, trabalha-se com eficiência aliado a premissa de preservação do ambiente com o objetivo de deixar o legado para gerações futuras. Ao avaliar a eficiência questiona-se quanto a aplicação de uma unidade irá proporcionar em resposta e qual será o impacto desta resposta em relação ao fertilizante. Em um sistema conservacionista, com a minimização de perdas, cria-se acumulação de água, redução da erosão e manutenção de tudo que é gerado pelos processos de transformação, culminando na conservação de nutrientes. Associado a isto, este produto age como componente para corroborar com a adubação. No sistema do plantio direto, apenas com o manejo adequado se pode reduzir a utilização de fertilizante NPK para 0,7 e 0,6 da quantidade utilizada no sistema convencional, portanto, a utilização do *Lithothamnium* pode colaborar com a redução de 10% a 15% deste contexto. Além disso, estima-se que pode reduzir também as perdas de cálcio, magnésio, potássio e outros cátions, formando-se a ponte catiônica com o carbono e minimizando os efeitos dos sítios de carga positiva na fixação do fósforo. O GBM participa da era da agricultura científica, em que se utiliza os conhecimentos tecnológicos para avançar e solucionar as crises globais de fertilizantes.

(P) – Ígnea Geologia & Meio Ambiente: O uso do GBM pode alavancar a normatização do cálculo da neutralização dos gases de efeito estufa no Brasil?

(R) - Weber Amaral (ESALQ-USP): O GBM adiciona componentes dentro da matriz da trajetória de neutralizar com portfólio de soluções tecnológicas. Não soluciona todos os problemas da agricultura, mas contribui com algumas questões relacionadas aos fertilizantes, a sustentabilidade e ao clima. O GBM é um insumo de baixa emissão e que também reduz as emissões do solo através da fixação de matéria orgânica, aumento da produtividade, promove maior mobilidade ao fósforo. Devido a essas propriedades, ele contribui para este protocolo como um insumo de forma direta e indiretamente reduz as emissões de carbono.

Complemento Diego Veneu (CETEM): Há uma lacuna que deveria ser estudada para aplicação deste material com fins de retenção de nitrogênio e aumento da produtividade de algumas culturas, acumulando o CO₂. Além disso, o tratamento de dejetos animais, presente no plano ABC, que é riquíssimo em nutrientes que poderia ser realizados estudos para retenção deste nitrogênio por meio deste tratamento. O *Lithothamnium* pode, também, ser utilizado para retenção de macro e micronutrientes de efluentes sanitários e industriais, com a captura, tratamento e reutilização desses macronutrientes e micronutrientes para uso agrícola. Portanto, pode-se fazer um blend futuro do *Lithothamnium* com macro e micronutrientes, desenvolvendo novas tecnologias e pesquisas.

(P) – Silvio Tavares (EMBRAPA SOLOS): Grande parte dos municípios pequenos não possuem estações de tratamentos e possuem efluentes com características únicas para cada localidade, isto também ocorre com a jazidas de *Lithothamnium* que apresentam diferentes composições ao longo da costa brasileira. Há alguma expertise e pesquisa relatando o acúmulo de sódio no *Lithothamnium* quando utilizado para tratamento de efluentes urbanos?

(R) - Alexandre Lioi (UFRRJ): Do ponto de vista de saneamento, os três maiores problemas do tratamento de efluentes doméstico são: matéria orgânica, nitrogênio e fósforo. Seria, portanto, uma solução importante a possibilidade da utilização do *Lithothamnium* para o tratamento dos efluentes e remoção da matéria orgânica, nitrogênio e fósforo com posteriormente aplicação na agricultura. No entanto, o *Lithothamnium* vem demonstrando aprisionamento apenas do fósforo. A pesquisa está, portanto, caminhando para a precipitação de estruvita para retirada de mais de um composto ao mesmo tempo, formulando diferentes dopagens de magnésio para fomentar esta precipitação, e culminando na saturação do *Lithothamnium*. O sódio, do ponto de vista do saneamento, não é um problema diferentemente da agricultura.

(R) – Diego Veneu (CETEM): Há uma resposta quanto ao tratamento de efluentes demonstrando a seletividade do *Lithothamnium* a alguns tipos de efluentes, pois existe a predominância de valência de alguns cátions, principalmente em soluções aquosas. O cálcio e outros metais tendem a possuir prioridade na estrutura cristalina a ser formada dos precipitados, sendo que provavelmente o sódio não faria parte do *Lithothamnium* enriquecido a partir do tratamento de efluentes. Apesar de não ser uma solução para os problemas, o *Lithothamnium* pode ser aplicado para uma série de efluentes e pode se tornar um subproduto para aplicação na agricultura. Os compostos formados, em geral, são hidroxiapatitas ou outros compostos a base de fosfato e magnésio, sejam eles cristalinos ou amórficos. Sendo necessário verificar quais as implicações desses compostos na solução trifásica, que é o solo.

Mesa Redonda 3

A mesa redonda 3 foi determinada com o propósito de fornecer aos participantes a base necessária para compreendam a atuação dos órgãos competentes durante todo o processo de validação e estabelecimento de um novo produto para o mercado, focando principalmente na cadeia dos Granulados Bioclásticos Marinhos.

A mesa foi composta por **Paulo César Teixeira**, Engenheiro Agrônomo e mestre em Fitotecnia (Produção Vegetal) e doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa. Pesquisador da Embrapa Solos e trabalha na área de Agronomia e Ciências Florestais; **Henrique Breda Arakawa**, Especialista em Gestão Ambiental e Avaliação de Impacto Ambiental, ictiólogo e biólogo. Profissional com 15 anos de experiência em análises e gestão de processos de avaliação e monitoramento ambiental. Como Analista Ambiental do IBAMA, foi responsável pela gestão e monitoramento de grandes empreendimentos de mineração, sendo motivador da inclusão do Mergulho Autônomo (SCUBA) no monitoramento de extração mineral marinha no âmbito do Licenciamento Ambiental Federal; **Vanessa Maria Mamede Cavalcanti**, Geóloga da Agência Nacional de Mineração (ANM) com graduação em Geologia pela Universidade Federal do Ceará, especialização em Terrenos Sedimentares no Centro Integrado de Estudos Geológicos de Morro do Chapéu e mestrado em Geologia pela Universidade Federal do Ceará, tendo defendido dissertação sobre aproveitamento de recursos minerais marinhos e, **Henrique Bley**, Engenheiro Agrônomo com MBA em Gestão Empresarial e Mestrado em Ciência do Solo. Experiência na área comercial e administrativa de empresa multinacional e como servidor público no cargo de Auditor Fiscal Federal Agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, desde 2007. Atualmente na função de Coordenador de Fertilizantes, Inoculantes e Corretivos.

Palestra 7: “Métodos e Técnicas para o Desenvolvimento de Novos Fertilizantes (NPK) com Eficiência Aumentada” - Paulo César Teixeira (Embrapa Solos)

A palestra aborda sobre os métodos e técnicas para desenvolvimento de novos produtos, apresentando todos os procedimentos e protocolos para desenvolvimento do produto e a testagem para certificar que aquele é um produto de qualidade.

O desenvolvimento de um novo produto precisa envolver os parâmetros de custo, qualidade, eficiência agronômica e impactos ambientais deste produto. Assim, na sua concepção se faz necessário avaliar quais questões serão mais relevantes, visto que existem inúmeras possibilidades e alcances. Há a possibilidade, por exemplo, de que se possa produzir produtos com um custo mais elevado devido ao fornecimento de maior eficiência agronômica ou produtos novos que possuem eficiência similar aos presentes no mercado, mas que agregue valores no componente de contribuição ambiental etc., como por exemplo: aproveitamento de resíduos e/ou outros materiais. As variações podem ser múltiplas. Independente da composição encontrada, busca-se que os novos produtos possuam impactos ambientais similares ao aceitável ou menores (Figura 63).



Figura 63. Desenvolvimento de novos fertilizantes.

Mesmo com uma boa prática de uso de fertilizantes no campo, a eficiência do uso dos fertilizantes no Brasil ainda é baixa. Um dos motivos é a inadequação tecnológica de alguns fertilizantes e falta de insumos para potencializar a nutrição de plantas, desenvolvidos para as condições edafoclimáticas da agricultura brasileira.

O aumento da eficiência do uso do fertilizante na agricultura se inicia nas boas práticas de uso dos fertilizantes, pois devem ser considerados fatores para o manejo e correção do solo que levem em consideração a dose, a fonte, o local e época corretas para o uso. Há ainda muita necessidade de avançar neste campo das boas práticas, pois ainda não se utiliza os fertilizantes da maneira correta com foco na eficiência.

O Brasil é referência em manejo de solo, no entanto, ainda precisa melhorar a inadequação tecnológica de alguns fertilizantes e a falta de insumos para potencializar a nutrição de plantas desenvolvidas para as condições brasileiras. Um dos motivos da baixa eficiência dos fertilizantes em solos tropicais é que grande parte dos fertilizantes utilizados no Brasil foram formulados para solos de clima temperado, logo, a eficiência em solos tropicais é menor. Portanto, com a adoção de formulações adequadas para o solo brasileiro e adoção de boas práticas de manejo do solo, pode ser alcançada a eficiência potencial para o uso de nitrogênio, fósforo e potássio (Tabela 19) que podem gerar economia de até 2 bilhões de dólares por safra.

Tabela 19. Eficiência atual e potencial para os fertilizantes formulados com nitrogênio, fósforo e potássio.

| Eficiência Atual | | | Eficiência Potencial | | |
|------------------|----------|------|----------------------|----------|------|
| N | P | K | N | P | K |
| 40 – 60% | 20 – 30% | >70% | 60 – 80% | 40 – 60% | >80% |

Os fertilizantes de eficiência aumentada que contém tecnologias agregadas que controlam e/ou reduzem a liberação de nutrientes ou estabilizam as reações das suas fontes no solo, aumentam a sua disponibilidade para as plantas. Assim, a liberação do nutriente no campo pode ocorrer de forma mais balanceada de acordo com a exigência da cultura e, conseqüentemente, minimizam os

potenciais de perda no campo. Dentre esse leque de fertilizantes de eficiência aumentada, podemos citar:

a. Coatings: Fertilizantes que usam revestimento de polímeros, partículas minerais (ex. carbonato de cálcio), etc., e aditivos que podem conferir modificações químicas (barreira química);

b. Fertilizantes Compósitos: Processado como um grânulo modificado com partículas (minerais, argilas, nanopartículas);

c. Modificação Química de Superfície: Mistura ou deposição de compostos moleculares que agem no ciclo químico do fertilizante;

d. Interação com Agentes biológicos: Modificado para ser aplicado junto a um agente biológico.

O fertilizante de eficiência aumentada é comparado com os fertilizantes convencionais que já estão presentes no mercado, em que se tem a melhoria de algum parâmetro. No exemplo da figura 64, para o Nitrogênio, demonstra a diferença de atuação no campo entre os fertilizantes convencionais e os fertilizantes de eficiência aumentada. O objetivo é sempre manter a disponibilidade do nutriente no intervalo ótimo para a absorção pela planta.

Fertilizantes de eficiência aumentada

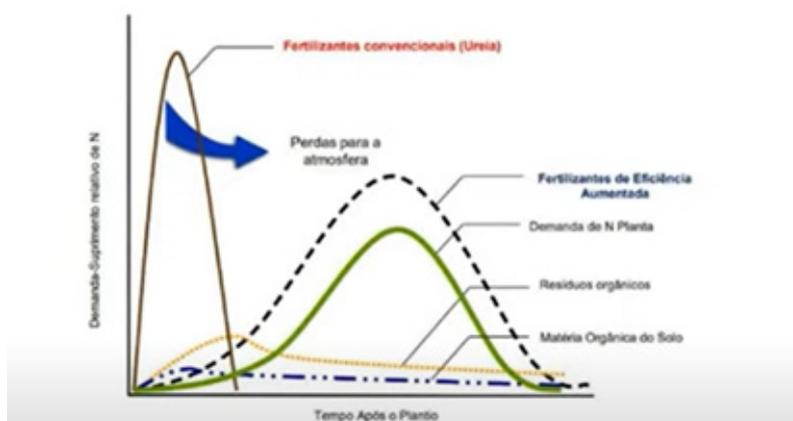


Figura 64. Curva de disponibilização de Nitrogênio por fertilizante convencional e fertilizante de eficiência aumentada após o plantio.

Fonte: Chalk et al. (2015)

Os fertilizantes de eficiência aumentada acompanham a curva de demanda do nutriente ao longo do seu desenvolvimento, enquanto a ureia possui uma rápida disponibilização de nitrogênio no solo, no entanto, caso não esteja ao encontro da necessidade da cultura esta aplicação não se torna eficiente. Portanto, o conceito dos fertilizantes de eficiência aumentada é realizar a melhor relação entre aplicação e demanda do nutriente.

Através de estudos sobre os fertilizantes de eficiência aumentada, verificou-se que a produtividade usando a Ureia Revestida foi maior do que usando a Ureia convencional (Figura 65). Dessa forma, mantendo-se a mesma dose terá como consequência maior produtividade ou mantendo-se a produtividade poderá reduzir a dose de aplicação do produto. Portanto, a academia e/ou as pessoas

que trabalham com o desenvolvimento de novos fertilizantes devem ter a consciência de entregar um adubo/fertilizante que de fato cumpra o que se promete, pois o mercado possui uma gama muito grande de produtos que não entregam o que prometem. Embora o mercado e as escolhas dos consumidores sejam livres, é muito importante que os produtos ofertados a esse mercado cumpram rigorosamente as suas especificações agrônômicas e suas respectivas composições à luz da ciência.

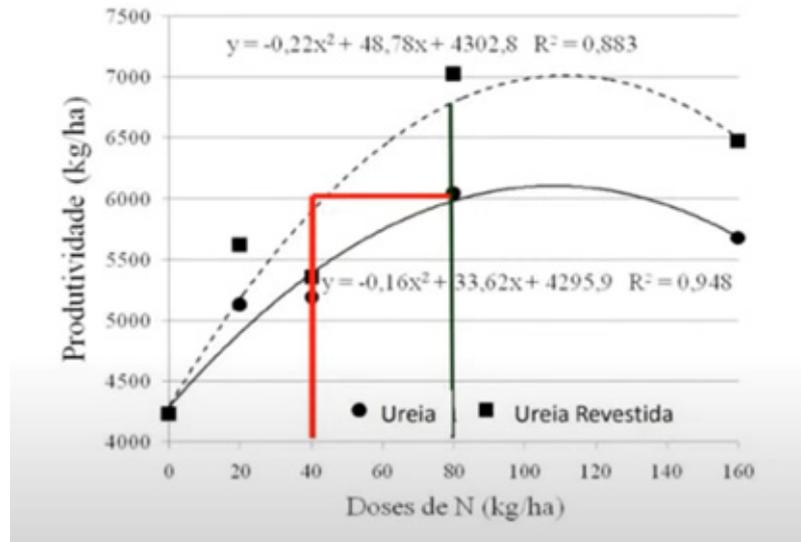


Figura 65. Relação entre adubação com Ureia Tradicional X Ureia Revestida na produtividade de milho.

O mercado de fertilizantes de eficiência aumentada (FEE) é crescente e demandante, visto que nos últimos 5 anos o Brasil registrou no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) 71 novos produtos com alguma tecnologia agregada para aumento da eficiência. Sendo que o *Lithothamnium* pode ser um componente dos fertilizantes NPK de eficiência aumentada, e fornecer Ca, Mg, micronutrientes, aminoácidos e matéria orgânica.

Para o desenvolvimento de um novo FEE deve-se seguir as etapas (Figura 66) de modelagem desde a base teórica do produto, passando pela seleção da matéria prima, definição dos processos de transformação da matéria prima, modelagem da formulação, produção de modelos de bancada de laboratório, avaliação da performance tecnológica, seleção dos melhores modelos, testes de performance em condições de laboratório, testes das melhores formulações em casa de vegetação, validação da performance agrônômica e ambiental dos produtos em condições de campo, testes pré-industriais das formulações selecionadas em condições controladas e que culmina na validação da tecnologia e potencialmente disponível no mercado.



Figura 66. Etapas para o desenvolvimento de novos Fertilizantes de Eficiência Aumentada (FEE).

As avaliações de performance tecnológica dos modelos seguem análises físicas, químicas e físico-químicas como solubilidade, taxa de liberação de nutrientes, granulometria, higroscopicidade, empedramento, formato e distribuição do tamanho de partícula, densidade, consistência ou dureza, fluidez e compatibilidade química e física. Através dessas avaliações o produto deve se mostrar mais eficiente, visto que com ações simples pode-se obter um grande ganho de qualidade.

Para as avaliações agrônômicas dos produtos, o MAPA possui instruções normativas que norteia o que deve conter na avaliação de novos produtos que serão encaminhados para registro. Devendo-se levar em consideração os conceitos fundamentais devem ser preconizados: os novos produtos devem ser trabalhados comparativamente com os produtos de referência do mercado e deve-se utilizar doses crescentes do produto para posicionamento no mercado.

Além disso, é importante manter os tratamentos controle do produto e da referência sem aplicações dos produtos, pois muitos solos brasileiros utilizados nas experimentações podem possuir fertilidade construída e gerar resultados incondizentes. Muitas vezes não colocar nada de adubação no solo pode ter a mesma resposta de p.ex. colocar 50% de um determinado fertilizante. O não uso desses controles sem adubação podem mascarar resultados e recomendações incorretas para aplicação de certas doses de fertilizantes.

Na palestra foram mostrados várias metodologias e desenhos experimentais para a comparação e desenvolvimento de novos fertilizantes. Finalmente, é preciso ter muito cuidado com as metodologias experimentais utilizadas nos processos de criação de novos fertilizantes de modo que não se obtenha resultados que não tenham bases científicas.

Palestra 8: “Medidas de Controle e Monitoramento Ambiental no Licenciamento Ambiental” - Henrique Breda Arakawa (IBAMA)

Nesta palestra foram abordados os aspectos da Política Nacional do Meio Ambiente, licenciamento ambiental, avaliação de impactos ambientais e o monitoramento e mitigação dos impactos bióticos, socioambientais e físicos.

O desenvolvimento tem apresentado a tendência a expansão das fronteiras para a utilização dos recursos marinhos. Dessa forma, se torna imprescindível seguir os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), ou seja, o licenciamento ambiental, a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras e a avaliação de impactos ambientais quando solicitados para a instalação dos empreendimentos. Além das etapas definidas por lei, há a Agenda 2030 com os objetivos da ONU para o desenvolvimento sustentável, ressaltando o objetivo nº 14 que versa sobre a vida na água de modo sustentável. Assim, a expansão deve ocorrer aliada aos parâmetros estabelecidos por lei e os objetivos para que se tenha um desenvolvimento sustentável.

A Política Nacional do Meio Ambiente através da lei complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, define que a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental.

Assim, o licenciamento ambiental, regido pela Lei Complementar nº140/2011, é caracterizado como um processo administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental.

Os impactos ambientais, definidos pela Conama nº001/86, são qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II – as atividades sociais e econômicas;
- III – a biota;
- IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e
- V – a qualidade dos recursos ambientais.

Não sendo considerado impacto ambiental atividades naturais. Assim, dentro do licenciamento ambiental são analisados os impactos dentro dos meios socioeconômico, meio biótico e meio físico.

A avaliação de impacto ambiental (AIA), de acordo com a Associação Internacional de Impactos Ambientais (IAIA, 2009), é entendida como um processo de identificação, previsão, avaliação e mitigação dos impactos relevantes de um projeto, antes que decisões fundamentais sejam tomadas e compromissos assumidos.

A avaliação de impactos ambientais e o licenciamento ambiental agem em conjunto com o objetivo de compatibilizar o desenvolvimento econômico social com o meio ambiente ecologicamente equilibrado. Assim, estão sujeitos ao licenciamento ambiental os empreendimentos e as atividades relacionadas no Anexo 1 da Conama nº237/97, para o *Lithothamnium*, caracterizado em extração e tratamento de minerais incluindo as atividades de pesquisa mineral com guia de utilização; lavra

a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento; lavra subterrânea com ou sem beneficiamento; lavra garimpeira e perfuração de poços e produção de petróleo e gás natural. Desta maneira, a extração do *Lithothamnium* é considerada um tipo de mineração e por isso é necessário a anuência da Agência Nacional de Mineração (ANM) e também a anuência dentro do licenciamento ambiental do IBAMA.

A competência do licenciamento ambiental para a extração do *Lithothamnium* é de competência do IBAMA, pois de acordo com a lei complementar nº 140/2011 no Art. 7º. são ações administrativas da União: XIV – promover o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades localizado ou desenvolvido no mar territorial, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva (Figura 67).



Figura 67. Limites marítimos brasileiro.

Para efeito de comparação de área disponível ao Brasil para desenvolvimento de atividades econômicas temos, em km² a seguinte distribuição:

- Território Emerso = 8.500.000 km²;
- Zona Econômica Exclusiva (ZEE) = 3.500.00 km²;
- Extensão da Plataforma Continental submetida a ONU = 1.000.000 km²; e,
- Área Total Continental e Marítima = 13.000.000 km².

O licenciamento possui a Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). A Licença Prévia é concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes, a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação. A Licença de Instalação autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes da qual constituem motivo determinante. A Licença de Operação autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

As medidas de controle e monitoramento ambiental do licenciamento ambiental visam checar a implementação dos termos e condições de aprovação durante as fases de instalação e operação, monitorar os impactos do projeto e a efetividade das medidas de mitigação e tomar quaisquer medidas necessárias para atenuar problemas (Figura 68).

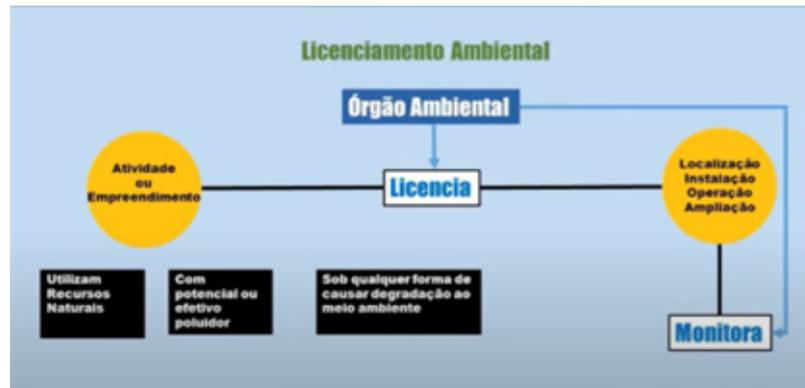


Figura 68. Medidas de Controle e Monitoramento Ambiental no Licenciamento Ambiental.

O reconhecimento das medidas de mitigação e dos impactos ambientais é feita através da separação das atividades, aspectos ambiental, impacto ambiental e mitigação do impacto. A título de exemplo para a extração dos granulados bioclásticos marinhos pode-se citar as atividades presentes na Tabela 20.

Tabela 20. Exemplo de reconhecimento das medidas de mitigação de impactos para atividade de extração dos Granulados Bioclásticos Marinhos.

| Atividade | Aspecto Ambiental | Impacto Ambiental | Mitigação do Impacto |
|-----------------|---|--|---|
| Navegação | Geração de Efluentes líquidos com óleo. | Alteração na qualidade da Água. | Manutenção preventiva dos equipamentos. |
| Dragagem | Geração de Pluma Passiva. | Sobreposição de sedimentos sobre fundo consolidado (Ambiente coralíneo). | Limitação da área de dragagem. |
| | Emissão de vapores. | Contaminação da Atmosfera. | Manutenção preventiva dos equipamentos. |
| Descarregamento | Supressão de vegetação. | Perda de indivíduos da fauna. | Afugentamento da fauna. |

Como as áreas de dragagem dos granulados bioclásticos marinhos pode se encontrar em ambientes com fundo consolidado deve-se realizar o mapeamento do fundo com o objetivo de delimitar com precisão as áreas do fundo em duas categorias principais: fundos consolidados e fundos inconsolidados.

As áreas de fundo consolidado são aquelas que normalmente apresentam maior biodiversidade e, portanto, são consideradas como áreas de exclusão para a exploração mineral. As áreas de fundo inconsolidado constituem, a depender dos teores de bioclastos no sedimento, as áreas passíveis de exploração, ou seja, o “minério” propriamente dito. Assim, com a delimitação das áreas de dragagem pelo IBAMA há a diminuição do impacto nas áreas de fundo consolidado e manutenção destes ecossistemas.

O monitoramento da ictiofauna é importante para verificar o impacto nos peixes e para monitorar a mitigação dos impactos, pois o acompanhamento da saúde ambiental das comunidades dos peixes é um indicador importante para a manutenção da atividade. Além disso, há o monitoramento de pluma e, caso a atividade ocasione plumas, pode-se incluir estruturas em que o despejo da água de dragagem ocorra abaixo da superfície para evitar a formação de plumas.

O plano de gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos deve ser implantando pois no descarregamento do material dragado pode-se gerar efluentes ou resíduos que devem ser tratados e monitorados. Na operação do empreendimento, é possível verificar a geração de uma série de resíduos e efluentes de diferentes classes, perigosos e não perigosos, cuja responsabilidade pelo acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final, conforme a legislação vigente é do gerador ou poluidor, devendo ser submetidas à aprovação do órgão ambiental competente.

Há também a possibilidade de criar programas de comunicação social e programas de controle de ruídos e vibrações, visto que durante o transporte dos granulados bioclásticos marinhos do porto até a área de beneficiamento pode-se gerar estes impactos que devem ser mitigados.

Palestra 9: “Regulação e Legislação da Pesquisa e Lavra Mineral no Mar” - Vanessa Maria Mamede Cavalcanti (ANM)

Nesta palestra foram abordados os aspectos regulatórios e a legislação associadas ao processo de pesquisa e lavra mineral do *Lithothamnium*. Apresentando-se a partir da Constituição Federal, a legislação mineral e a legislação ambiental.

A Constituição Federal define no Art. 20 que os recursos naturais do mar territorial, da plataforma continental e da zona Econômica Exclusiva, incluem-se entre os bens da União, no Art. 22 consta que “Compete privativamente à União legislar sobre jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia.” e no Artigo 225 estabelece que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-la e preservá-la para as presentes e futuras gerações”.

Dessa forma, de acordo com o § 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público: IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; e no § 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei. A única atividade que consta na constituição que obriga a recuperação do meio ambiente

degradado no Brasil é a atividade mineral. Logo, qualquer atividade mineral tem de apresentar o PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas).

A seguir vamos discutir sobre os aspectos legais para a pesquisa e lavra mineral no mar:

A Lei nº 13.575/2017 cria a AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis n.ºs 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei nº 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).

A AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM), autarquia especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia, que no exercício de suas competências, observará e implementará as orientações e diretrizes fixadas no Decreto-Lei nº 227/1967 (Código de Mineração), em legislação correlata e nas políticas estabelecidas pelo Ministério de Minas e Energia, e terá como finalidade promover a gestão dos recursos minerais da União, bem como a regulação e a fiscalização das atividades para o aproveitamento dos recursos minerais no País.

A Lei nº 8.617/93 apresenta definições sobre o espaço marinho brasileiro com base na convenção das Nações Unidas para os direitos do mar que determinou sobre o mar territorial, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental.

O mar territorial está definido no artigo 1.º da seguinte forma: “O mar territorial brasileiro compreende uma faixa de doze milhas marítimas de largura, medidas a partir da linha de baixa-mar do litoral continental e insular brasileiro, tal como indicada nas cartas náuticas de grande escala, reconhecidas oficialmente no Brasil”.

A zona econômica exclusiva brasileira está definida no artigo 6.º da seguinte forma: “A zona econômica exclusiva brasileira compreende uma faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial”.

A plataforma continental jurídica está definida no artigo 11 da seguinte forma: “A plataforma continental do Brasil compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas que se estendem além do seu mar territorial, em toda a extensão do prolongamento natural de seu território terrestre, até o bordo exterior da margem continental, ou até uma distância de duzentas milhas marítimas das linhas de base, a partir das quais se mede a largura do mar territorial, nos casos em que o bordo exterior da margem continental não atinja essa distância”.

A atual legislação que regula a pesquisa e lavra mineral no Brasil não faz nenhuma distinção entre áreas submarinas e terrestres. O Código de Mineração, Decreto-Lei n.º 227/67, modificado pelas leis nº 9.314/1996 e 13.575/2017, regula os direitos sobre os recursos minerais do País, seu regime de aproveitamento e a fiscalização da pesquisa, da lavra e de outros aspectos da indústria mineral pelo Governo Federal.

Os regimes de aproveitamento das substâncias minerais são:

- I - regime de concessão;
- II - regime de autorização;
- III - regime de licenciamento;
- IV - regime de permissão de lavra garimpeira;
- V - regime de monopolização.

O aproveitamento de substâncias minerais no Mar Territorial, Plataforma Continental e Zona Econômica Exclusiva depende de Alvará de Autorização de Pesquisa expedido pela ANM; e de Portaria de Lavra, outorgada pelo Ministro de Estado de Minas e Energia e pela ANM, se tiver por objeto as substâncias minerais de que trata o art. 1º da Lei nº 6.567/1978.

Para que as pessoas possam realizar mineração em terra ou no mar, será necessário realizar um requerimento de pesquisa para a Agência Nacional de Mineração primeiramente. Portanto, na fase de requerimento de pesquisa, a Portaria DNPM n.º 155/2016 possui o artigo 42 que define as áreas máximas para os regimes de autorização e concessão.

A mineração dos granulados bioclásticos marinhos encontra-se no item III para mil hectares: - rochas para revestimento e demais substâncias minerais. O Art. 88 da mesma portaria estabelece que o prazo de vigência da autorização de pesquisa será de 01 (um) a 3 (três) anos, consideradas as características especiais da situação da área e da pesquisa mineral objetivada.

Na fase de autorização de pesquisa o Artigo 14 do Código de Mineração define que durante a vigência do alvará de autorização de pesquisa deverá ser realizada pesquisa mineral, cujos resultados deverão constar de um relatório com a avaliação quantitativa e qualitativa da jazida, bem como a exequibilidade do seu aproveitamento econômico, que deverá ser apresentado a ANM, dentro do prazo de vigência da autorização de pesquisa ou de sua renovação (Artigo 22, V, Código de Mineração).

No Artigo 30 do Código de Mineração está previsto que a ANM verificará a exatidão do relatório apresentado e proferirá despacho de: Aprovação do relatório, quando ficar demonstrada a existência de jazida; Não aprovação, quando ficar constatada insuficiência dos trabalhos de pesquisa ou deficiência técnica na elaboração do relatório; Arquivamento, quando ficar demonstrada a inexistência de jazida; e Sobrestamento da decisão, quando ficar caracterizada a impossibilidade temporária da exequibilidade técnico-econômica da lavra.

No caso da aprovação do relatório, o detentor do título terá, de acordo com o artigo 31 do Código de Mineração, um ano para requerer a concessão de lavra, e para tal deverá apresentar a ANM um plano de aproveitamento econômico da jazida mineral.

Na fase de concessão de lavra, de acordo com o artigo 36 do Código de Mineração, entende-se por lavra o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração de substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento delas.

Para outorga da Concessão de Lavra a jazida mineral deverá estar com relatório aprovado e a área proposta para lavra será aquela adequada à condução técnico-econômico dos trabalhos de extração e beneficiamento, respeitados os limites da área aprovada na pesquisa (Artigo 37 do Código de Mineração).

A Concessão de Lavra terá por título uma portaria assinada pelo Diretor Geral da ANM, se tiver por objeto as substâncias minerais de que trata o art. 1º da Lei nº 6.567/1978 ou pelo Ministro de Estado de Minas e Energia para as demais substâncias, em ambos os casos por tempo indeterminado.

A atividade de mineração no País está condicionada a três instrumentos de controle do Poder Público, no que tange aos riscos potenciais de danos ao meio ambiente, resultantes da extração mineral, independente da área ser submarina ou terrestre (Lei 6.938/81 – Política Nacional de Meio Ambiente): Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Decreto nº 99.274/90, CONAMA 01/86, 09 e

10/90; Licenciamento Ambiental (LA) - Lei nº 7.804/89; Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) – Decreto nº 97.632/89.

A Resolução CONAMA nº 237/97 atribui ao IBAMA o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades localizadas no mar territorial, plataforma continental e zona econômica exclusiva. No entanto, o licenciamento ambiental, como nas áreas continentais, não é necessário para a pesquisa mineral.

A autoridade marítima, a Marinha, antes de qualquer atividade de pesquisa ou de lavra, o detentor do título deve prestar esclarecimentos aos órgãos competentes. De acordo com o art. 17, inciso IV, da Lei Complementar n.º 97/99: “... cabe à Marinha, como atribuições subsidiárias particulares ... implementar e fiscalizar o cumprimento de leis e regulamentos, no mar e nas águas interiores, em coordenação com outros órgãos do Poder Executivo, federal ou estadual, quando se fizer necessária, em razão de competências específicas...”. O parágrafo único do mesmo artigo prevê que “... é da competência do Comandante da Marinha o trato dos assuntos dispostos neste artigo, ficando designado como Autoridade Marítima para esse fim...”.

A Norma da Autoridade Marítima 11 da Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil (NORMAM-11/DPC), aprovada pela Portaria n.º 109/DPC, de 16/12/2003, trata em seu capítulo 3, da pesquisa e lavra de minerais no mar, prevendo que, após devidamente autorizados pelo órgão competente, os interessados deverão prestar formalmente algumas informações as capitânicas (CP), delegacias (DL) ou agências (AG).

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), no artigo 76, define plataforma continental e os critérios que um Estado costeiro deve observar para estabelecer o bordo exterior da margem continental, quando essa margem se estender além das 200 milhas náuticas.

O Brasil apresentou a primeira proposta de extensão de sua plataforma continental à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC) da Organização das Nações Unidas (ONU) em 17 de maio de 2004, tendo aquela Comissão emitido recomendações, em 2007, que levaram aos Requerimentos revistos parciais da Região Sul (2015), que já conta com recomendação favorável da CLPC, em sua totalidade, e das Margens Equatorial (2017) e Oriental/Meridional (2018), que se encontram sob análise junto à referida Comissão (Figura 69).

O artigo 77 da CNUDM estabelece que “o Estado costeiro exerce direitos de soberania sobre a plataforma continental para efeitos de exploração e aproveitamento dos seus recursos naturais” e que “os direitos do Estado costeiro sobre a plataforma continental são independentes da sua ocupação, real ou fictícia, ou de qualquer declaração expressa”. Portanto, um Estado costeiro pode exercê-los mesmo antes que os limites sejam declarados finais e vinculativos.

A Resolução CIRM Nº 17, de 15 de setembro de 2020, ratifica o entendimento de que os direitos de exploração dos recursos minerais e outros recursos não vivos do leito do mar e subsolo, incluindo os energéticos, bem como os organismos vivos pertencentes a espécies sedentárias, isto é, aquelas que no período de captura estão imóveis no leito do mar ou no seu subsolo ou só podem mover-se em constante contato físico com esse leito ou subsolo, na plataforma continental estendida, são exclusivos do Estado costeiro e não dependem de ocupação ou de qualquer proclamação expressa. Portanto, um Estado costeiro pode exercê-los mesmo antes que os limites do referido espaço sejam declarados finais e vinculativos.

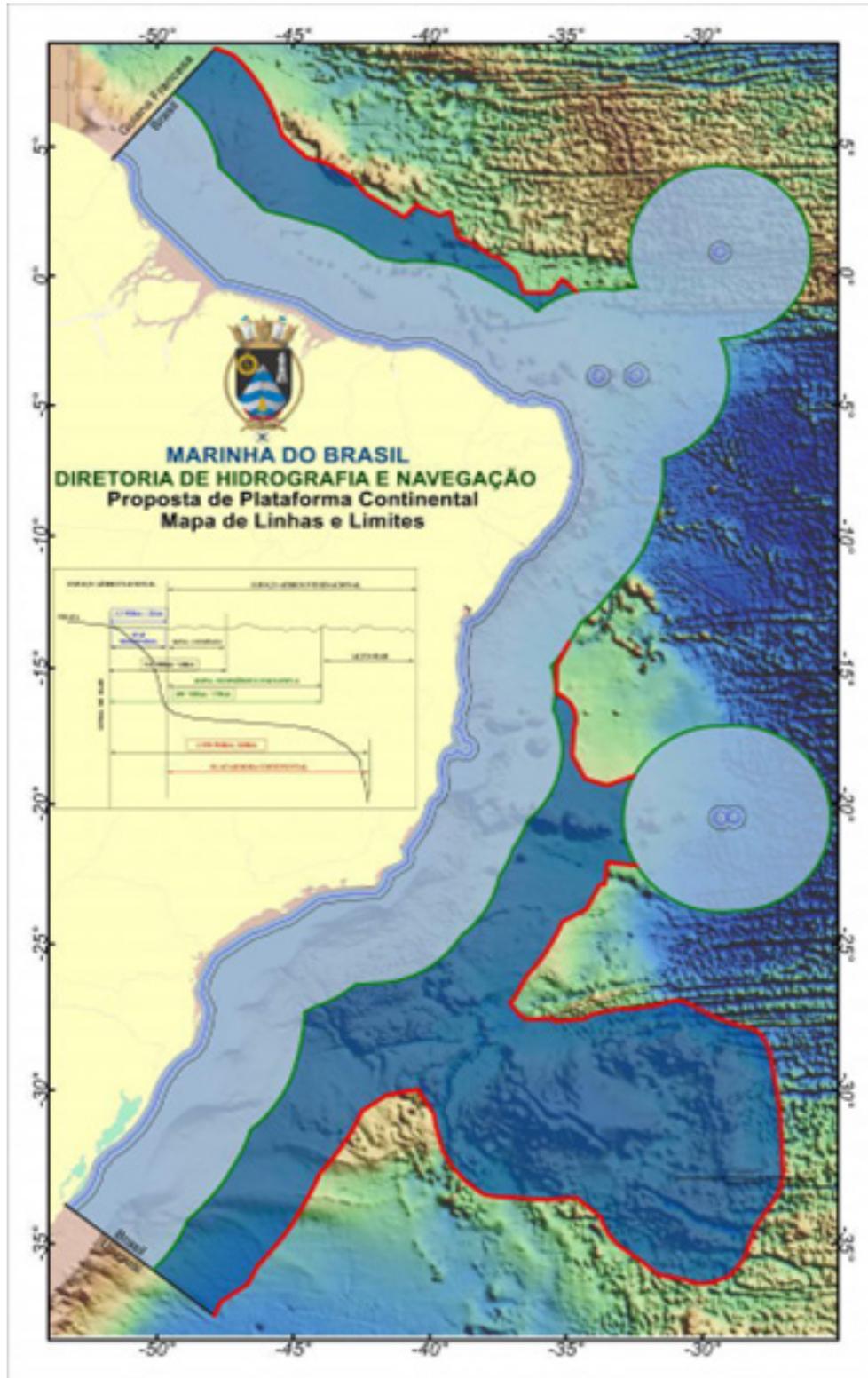


Figura 69. Proposta de Plataforma Continental - Mapa de Linhas e de Limites.

Fonte: CAVALCANTI (2020)

Os pedidos de requerimento de pesquisa e de lavra inicialmente (Tabela 21) são pedidos para alguma outra substância presente na área e, após, são realizadas modificações no requerimento para que se tenha a inclusão dos granulados bioclásticos marinhos. Dessa forma, o Brasil possui

áreas em diversos Estados (Tabela 22) que não necessariamente lavram apenas as substâncias que estão discriminadas.

Tabela 21. Etapa do processo que se encontra para cada uma das substâncias apresentadas.

| Substância | Requerimento De Pesquisa | Disponibilidade | Autorização De Pesquisa | Requerimento De Lavra | Concessão De Lavra | Total |
|------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|------------|
| Areia | 115 | | 38 | 1 | 38 | 192 |
| Calcário* | 8 | 2 | 88 | 37 | 12 | 147 |
| Carvão | | 1 | 7 | | | 8 |
| Fosfato | 105 | | 174 | | | 279 |
| Ilmenita | 7 | 1 | 47 | 1 | | 56 |
| Sais De Potássio | 32 | | 22 | | | 54 |
| Sal Gema | 1 | 1 | 22 | 5 | | 29 |
| Total | 268 | 5 | 398 | 44 | 50 | 765 |

Tabela 22. Localização dos requerimentos e concessão das substâncias apresentadas nos Estados Brasileiros.

| Substância | AL | BA | CE | ES | MA | PA | PE | PI | PR | RJ | RN | RS | SC | SE | SP | PCE | Total |
|------------------|----------|------------|----------|------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| Areia | 7 | | | 27 | | | 50 | | 57 | 9 | | | 8 | 1 | 33 | | 192 |
| Calcário* | 26 | 1 | 56 | 20 | | | 14 | 9 | | | 18 | | 3 | | | | 147 |
| Carvão | | | | | | | | | | | | | 8 | | | | 8 |
| Fosfato | 41 | 6 | 89 | 59 | 5 | 2 | | | | 13 | 8 | | 8 | | | 48 | 279 |
| Ilmenita | 8 | 2 | 7 | | | | | | 2 | 15 | | 17 | | | 5 | | 56 |
| Sais De Potássio | 2 | 35 | | 17 | | | | | | | | | | | | | 54 |
| Sal Gema | 1 | | | 20 | | | | | | 7 | | | | 1 | | | 29 |
| Total | 2 | 118 | 9 | 216 | 79 | 5 | 66 | 9 | 59 | 44 | 26 | 17 | 27 | 2 | 38 | 48 | 765 |

Palestra 10: “Legislação de Fertilizantes Minerais: O Caso Lithothamnium” - Henrique Bley (MAPA)

Nesta palestra foram abordados os produtos com granulados bioclásticos marinhos, a caracterização, a legislação, os procedimentos e os registros atuais no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

O insumo deve ser registrado no MAPA como produto de deve apresentar a caracterização física e química e a função agrícola no solo ou plantas. As classificações para os produtos podem ser como fertilizante mineral simples, misto ou complexo; corretivo de acidez; condicionador de solo ou substrato para plantas. Sendo que o *Lithothamnium* pode ser matéria prima ou componente para formulação de quaisquer uma dessas classificações, desde que atenda aos requisitos para cada.

Para que o produto puro possa ser comercializado deve seguir as garantias mínimas presentes na Instrução Normativa nº 39, de 08 de agosto de 2018, que no Anexo I versa sobre fertilizante Mineral Simples (FMS). Assim, o teor e forma do nutriente deve apresentar a garantia mínima para a Alga Marinha *Lithothamnium* de 32% de cálcio (Ca) e 2% de magnésio (Mg). Além disso a extração e moagem do produto deve ser enquadrado na especificação de natureza física como pó com 100% de 2,00 mm (ABNT 10), mínimo de 70% de 0,84 mm (ABNT 20) e mínimo de 50% de 0,30 mm (ABNT 50).

O *Lithothamnium* pode ser apresentados em algumas circunstâncias em suspensão com partículas sólidas desde que dispersa em um meio fluído, então é possível também fazer esse registro de forma de fluído desde que seja para aplicação via solo. Especificamente para suspensão concentrada deve seguir parâmetros como nutrientes insolúveis com estabilidade física; viscosidade de no máximo 8 g cm⁻¹ segundo⁻¹ ou 5.000 centipoise; tamanho de partícula em suspensão presentes no produto seja 100% menor que 50 µm, sendo que desse total 90% menor que 15 µm; suspensibilidade de no mínimo de 80% de partículas em suspensão.

Além da formulação simples, o *Lithothamnium* pode compor uma mistura e ser caracterizado como Fertilizante Mineral Misto ou Complexo, com parâmetros de NPK com soma mínima de 18%; NP, NK e PK com soma mínima de 15% e Ca e Mg com mínimo de 1,0%. O *Lithothamnium* pode ser registrado como granulado desde que seja produzido a partir da especificação de natureza física pó e seja utilizado agente desagregante.

A utilização do *Lithothamnium* como componente de outros produtos pode ser como fertilizante organomineral com parâmetros de carbono orgânico mínimo de 8% para sólido e 3% para fluído; umidade máxima de 20%, capacidade de troca catiônica (CTC) mínima de 80 mmol_c kg⁻¹ e macronutrientes primários e secundários garantidos ou declarados do produto com no mínimo de 1% de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Assim, o certificado de registro conterà as garantias mínimas estabelecidas para esses produtos, facultado ao detentor do registro declarar no rótulo e na nota fiscal valores superiores de garantias, sem necessidade de um novo registro de produto.

O *Lithothamnium* pode possuir a função de corretivo de acidez ou condicionador de solo. Os parâmetros de referência para que seja classificado como corretivo de acidez são PN (% e CaCO₃) de no mínimo 67; Soma %CaO e MgO de no mínimo 38 e PRNT mínimo de 45, considerando que PRNT = PN x RE/100. Para registro como condicionador de solo, que é para um produto destinado à melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas do solo, o produto deve atender ao parâme-

tro de capacidade de retenção de água (CRA) mínima de 60% e Capacidade de Troca Catiônica (CTC) de no mínimo 200 mmol_c kg⁻¹.

Para que o produto seja cadastrado no Ministério da Agricultura, ele deverá ser caracterizado através de laboratórios cadastrados no sistema próprio e realizadas as análises químicas por metodologias oficiais. Após a caracterização e classificação do produto, iniciam-se as etapas de procedimento de registro. Primeiro deve-se registrar o estabelecimento importador ou produtor em categorias de acordo com a classificação do produto, sendo produção conceituada como qualquer operação de fabricação ou industrialização e acondicionamento que modifique a natureza, acabamento, apresentação ou finalidade do produto. Após o registro da empresa, registra-se o produto que já foi validado previamente.

Assim, o registro da empresa no MAPA fica a cargo da empresa que irá realizar a finalização do produto para ser entregue ao mercado consumidor, não sendo a empresa responsável apenas pela lavra. É importante envolver o responsável técnico desde o início dos processos para caso sejam solicitados testes de eficiência, para verificar a lista de documentos obrigatórios, descrição dos elementos informativos e procedimentos internos de produção e controle de qualidade.

O procedimento para registro se encontra no sistema SIPEAGRO com manual passo a passo para auxiliar. Vale ressaltar que as análises das solicitações são efetuadas por Auditor Fiscal Federal Agropecuário lotado na Unidade da Federação do estabelecimento requerente.

No Ministério da Agricultura existem 343 produtos registrados com a matéria prima alga marinha *Lithothamnium*, sendo ele em diversas categorias (Tabela 23).

Tabela 23. Categorias e número de produtos registrados no MAPA contendo a Alga marinha lithothamnium como matéria prima.

| Categoria | Total |
|---|------------|
| Condicionador De Solo | 1 |
| Fertilizante Mineral Complexo | 28 |
| Fertilizante Mineral Misto | 240 |
| Fertilizante Mineral Simples | 17 |
| Fertilizante Mineral Simples Em Suspensão | 18 |
| Fertilizante Organomineral Classe- A | 16 |
| Substrato Para Plantas | 23 |
| Total Geral | 343 |

Os estados que possuem mais registros do fertilizante (Tabela 24) estão concentrados na região sudeste, com destaque para o Estado de São Paulo. De modo total, o Estado de São Paulo detém os maiores registros, não sendo necessariamente o maior Estado em exploração e comercialização do produto (Figura 70).

Tabela 24. Estados Brasileiros com produtos registrados no MAPA contendo a Alga marinha Lithothamnium como matéria prima nas categorias simples e suspensão.

| UF | Simple | Suspensão |
|--------------|-----------|-----------|
| AL | 5 | 1 |
| BA | 1 | 0 |
| MA | 2 | 0 |
| MG | 3 | 1 |
| SE | 1 | 0 |
| SP | 5 | 16 |
| Total | 17 | 18 |

Fonte: MAPA (2022) com consulta em 30/04/2022

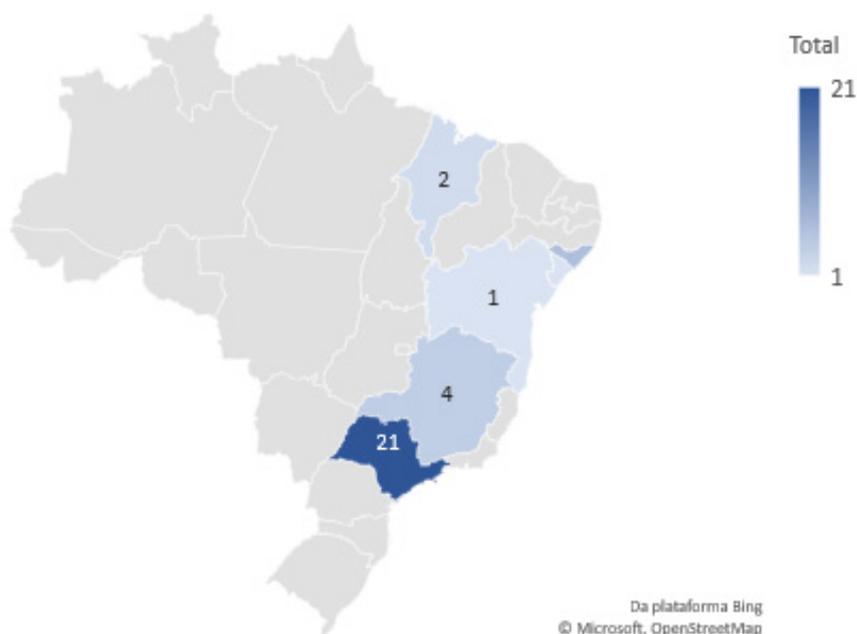


Figura 70. Mapa de distribuição total de fertilizantes simples e em suspensão dos estabelecimentos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Fonte: MAPA (2022) com consulta em 30/04/2022

Discussão referente à Mesa Redonda 3

Pergunta (P) – Tarcisio Cobucci: Já são conhecidas tecnologias para aumento da eficiência. Por que a maior parte dos produtores não usam? Falta de informação? Lobby de mercado?

Resposta (R) - Paulo Teixeira (Embrapa Solos): Muitos produtores utilizam produtos com tecnologias para aumento da eficiência, esse é um mercado muito crescente no Brasil e com perspectivas de crescimento maior ainda, no entanto, os produtos, de maneira geral, apresentam valores financeiros superiores e isto se torna um fator impeditivo para que eles sejam amplamente utilizados. Muitos produtos também são ainda desconhecidos do público. A busca por tais produtos têm sido mais frequente, demonstrando que pode este segmento de mercado possui potencial de crescimento. Acrescenta-se que a assistência técnica no Brasil apresenta falhas e, portanto, os produtores tendem a seguir indicações fornecidas por vendedores que podem estar de acordo com as reais necessidades técnicas ou não. Os grandes players do mercado, no entanto, tendem a possuir consultores especializados para que possam alcançar resultados melhores. Não acredito ser lobby de mercado, porque o Brasil é um grande consumidor de fertilizantes. Dessa forma, a pouca utilização dos produtos de eficiência aumentada pode estar relacionada com os valores mais altos e a pouca assistência técnica especializada, mas apresentam tendência natural de crescimento de uso ao longo do tempo.

(P) – Carlos Alberto Gomes de Araujo: A acidez normal dos fertilizantes é um problema para a aplicação conjunta de produtos com *Lithothamnium*?

(R) - Paulo Teixeira (Embrapa Solos): É possível fazer associação de produtos NPK com o *Lithothamnium*, inclusive já existem produtos registrados que agem dessa maneira. A acidez pode não ser um problema visto que o *Lithothamnium* apresenta ação corretiva que pode compensar a acidez de alguns produtos. O desenvolvimento de novos produtos percorre uma série de avaliações que incluem a análise de compatibilidade física e química entre fertilizantes, no entanto, o *Lithothamnium* não está presente na tabela de compatibilidades.

(P) – Ígnea Geologia & Meio Ambiente: O IBAMA prevê a criação de canais de diálogo com a sociedade civil para receber contribuições e discutir melhores práticas, como a ANM vem fazendo?

(R) Henrique Arakawa (IBAMA): A procura pelo licenciamento para atividade de exploração de algas calcárias tem aumentado no IBAMA e dentro do rito do licenciamento há processos em que a sociedade civil pode participar, como as audiências públicas. A etapa de audiências já auxilia o IBAMA neste processo através do diálogo, no entanto, já está sendo elaborado um guia de avaliação de impactos ambientais para cada tipologia e, após a finalização, ele será encaminhado para uma consulta pública para receber contribuições. A tendência do IBAMA é abrir cada vez mais o diálogo com a sociedade em relação a algumas atividades, portanto, as formas de participação são através de audiência pública, consulta pública para os guias de avaliação de impactos ambientais e consulta pública para termos de referências.

(P) – José Marcelo Silva de Carvalho: Quais atos regulatórios que o IBAMA deverá impor para a exploração do *Lithothamnium*?

(R) - Henrique Arakawa (IBAMA): A lei complementar nº 140 define que a competência do licenciamento para esta atividade é do IBAMA e, a partir disso, é utilizada a CONAMA nº 01/86 para a avaliação de impactos ambientais, a CONAMA nº 237/97 que define a necessidade de licenciamento para a exploração mineral, enquadramento da dragagem do granulado bioclástico marinho, e a portaria do IBAMA nº 78/2021 que possui relação com a lei da Liberdade Econômica e apresenta as atividades que podem ter algum risco ambiental, classificando-as em três níveis dependendo da localização e quantidade de produto extraído. Através da classificação em níveis define-se quais estudos ambientais serão solicitados para o licenciamento.

(P) – Ígnea Geologia & Meio Ambiente: A ANM consideraria criar uma nova substância em sua tabela com área de pesquisa maior que 1000 (mil) hectares?

(R) - Vanessa Cavalcanti (ANM): Na ANM já se estuda há algum tempo a possibilidade de realizar algumas modificações na legislação para adaptá-las melhor às peculiaridades do Ambiente Marinho, sendo o aumento das áreas no mar para até 5 mil hectares uma sugestão. No entanto, a grande preocupação em relação ao aumento destas áreas está relacionada com a areia, pois a areia possui o valor máximo de 50 hectares, inclusive no mar. Dessa forma, os estudos para modificação da legislação se tornam um dos pontos da agenda regulatória da ANM. No caso do granulado bioclástico marinho, se ele for caracterizado como fertilizante pode ser requerido com 2 mil hectares.

(P) – Ígnea Geologia & Meio Ambiente: Para o caso de operação através de Guia de Utilização, a ANM pretende definir os valores máximos de operação dessa substância?

(R) - Vanessa Cavalcanti (ANM): A ANM possui uma equipe tratando exclusivamente da regulamentação da guia de utilização, pois ainda não há parâmetros definidos para este tipo de atividade ainda, variando de acordo com a situação.

(P) – Francisco Cunha: Os produtos que têm função de eficiência a partir da sua granulometria não deveriam ter uma especificação própria de granulometria, não apenas genérica como Pó?

(R) - Henrique Bley (MAPA): O fertilizante mineral simples quando registrado como alga marinha *Lithothamnium* possui a classificação como pó, pois quando foi solicitado a inclusão dele nesta categoria foi comprovada a eficiência nessa natureza física. Isso ocorre da mesma maneira que o calcário, pois quanto mais fina maior será a eficiência e agilidade. Portanto, o *Lithothamnium* pode ser granulado desde que seja granulado a partir do pó juntamente com um agente desagregante. A outra opção é a composição do *Lithothamnium* como um fertilizante mineral misto granulado, dessa forma, não será registrada como alga marinha simples e será registrado com a granulometria específica das misturas de grânulos ou granulados, pautado na tabela da Instrução Normativa nº 39. O produto puro não pode ser utilizado em natura após passagem das peneiras, a não ser que seja comprovada eficiência dessa natureza física granular de acordo com as especificações da normativa.

(P) – Yuri Von Ameln Coelho: Já existe registro no MAPA para *Lithothamnium* na forma líquida? Nessa forma, o mesmo tem a possibilidade de ser enquadrado como matéria-prima?

(R) - Henrique Bley (MAPA): Já existe registros no MAPA para o *Lithothamnium* na forma líquida, cerca de 18 registros, e ele pode ser utilizado como matéria-prima na composição de um fertilizante mineral misto fluido com outros nutrientes.

(P) – Marco Araujo: Quais as premissas e se o *Lithothamnium* se enquadra para um registro como bioestimulante?

(R) - Henrique Bley (MAPA): Isto é um assunto bem delicado. Os bioestimulantes não estão previstos na legislação, pois estimulante é um produto afim dos agrotóxicos. Os biofertilizantes possuem foco em nutrição de plantas e não pode ser levado em consideração o seu efeito hormonal ou estimulante, portanto, o termo bioestimulante não deve ser usado quando se trata de nutrição de plantas. Não há previsão legal ou maneiras de registrar um produto como bioestimulante hoje em dia, sendo um termo traduzido de forma inadequada de artigos em inglês. Para que se enquadre um produto como biofertilizante é necessário um estudo com bioensaios que comprovem o seu efeito nutricional.

(P) – Helio Rodrigues: Caso o granulado bioclástico se enquadre em mais de uma classificação, o mesmo pode ser registrado em todas as classificações que se enquadre?

(R) - Henrique Bley: Sim, e aí fica a critério da empresa adequar o produto na categoria que ele irá agregar maior valor, sendo parâmetros de marketing e comercial das empresas. Isto pode ocorrer caso o produto atenda os mínimos para se enquadrar em cada uma das classificações.

Mesa Redonda Deliberativa

A mesa-redonda deliberativa foi composta pelos representantes das empresas patrocinadoras e pelos organizadores do evento, em que se debateu sobre as demandas do setor e o panorama do futuro. Partilharam a mesa **José Carlos Polidoro** que possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, mestrado em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa e doutorado em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde realizou o pós-doutorado em Produção Vegetal e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, unidade Embrapa Solos e **Silvio Roberto de Lucena Tavares** Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade do Semiárido - UFERSA, Especialista em Engenharia de Irrigação - pela Universidade Federal de Santa Maria, Especialista em Drenagem Agrícola pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte em convênio com o Iryda da Espanha -UFRN/IRYDA, Especialista em Elaboração de Sistemas de Irrigação Pressurizados pelo CINADCO, Mestre em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Doutor em Engenharia Civil (Geotecnia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), lotado no Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Embrapa Solos).

Compondo os integrantes que representaram as empresas patrocinadoras, participaram **Reinaldo Santos**, CEO da GBMEX, **Ivan Albuquerque**, gerente de desenvolvimento de mercado da Oceana Minerals, **Marco Araujo**, diretor comercial e marketing da PrimaSEA e **Eduardo Malburg**, sócio diretor da Wengi Wengi.

Reinaldo Santos (GBMax): Há necessidade de divulgação deste trabalho de implementação dos granulados bioclásticos marinhos para a agricultura brasileira e para a agricultura mundial, visto que o Brasil possui as maiores reservas do mundo e pode oferecer uma contribuição importante para a segurança alimentar. A GBMax/TWB está no mercado há 20 anos, optando por rotas complexas em razão da escolha da jazida e da sua distância da costa, mais de 500 quilômetros. Apesar da complexidade de extração, foi identificado que a qualidade, a forma, a granulometria e outros aspectos do produto compensariam e, passados 20 anos, com inúmeros impasses junto aos governos, perante a ONU, perante a Comissão Internacional de Direitos do Mar, a área já está sob jurisdição do Brasil com aval para início das operações. O momento é crítico e com as necessidades do mercado há possibilidade de estar contribuindo para ser uma importante solução para o país. O ponto mais importante para que se possa concretizar os granulados bioclásticos marinhos como parte desta solução é a implementação de uma associação das empresas do setor.

Ivan Albuquerque (Oceana Minerals): A Oceana Minerals é uma empresa brasileira, de atuação multinacional, atuando em todos os continentes. Iniciou as atividades em 2004 para aquisição de todas as licenças e permissões para extração e comercialização de *Lithothamnium*, em 2011 começou com atuação no Mercado de Nutrição Vegetal, em 2015 Nutrição Animal, a partir de 2016 exportação e, em 2022, tem um volume significativo sendo extraído da jazida que fica no litoral do Maranhão, na cidade de Tutóia. A alga é diferente das extraídas na França, local onde foi muito extraído e utilizado, devido aos aspectos climatológicos, ou seja, águas mais quentes, com temperatura bastante estável, perto da linha do equador, bastante luminosidade e um balanço de nutrientes interessantes para combustão da alga. A jazida possui distanciamento ideal da costa, implicando em menores custos relativos à distância e evita contaminações de atividades humanas como esgoto ou metais pesados. Possuindo todos os certificados de licença necessários para

fins de licenciamento ambiental brasileiro, inclusive selos de orgânicos e certificados em outros países. A extração se dá em bancos de algas calcificadas, não vivas, que possuem milhares de hectares, através da extração sustentável, consciente e compatível com a reposição natural com monitoramento constante para evitar o impacto ambiental e o processamento da matéria prima se dá apenas pelos processos de secagem e moagem. O produto possui diversas apresentações, com diferentes granulometrias ou até líquido, mas preserva as propriedades que são importantes para a nutrição vegetal e animal, como as propriedades físicas, nutricionais e a fração orgânica presente na alga. A Oceana Minerals desenvolve trabalhos de validação dos benefícios das propriedades junto com instituições de pesquisa, produzindo quase 40 trabalhos para validar o posicionamento, doses, forma de utilização e qualidade tanto regionais e nacionais. Durante o verão de 2022 foram realizados 350 trabalhos de campo avaliando o granulado bioclástico marinho em diferentes situações de solo, clima e culturas, e através da interação de fatores consegue-se formar um conjunto de dados para posicionar e orientar sobre a utilização assertiva do produto. Como resultado destes experimentos foi verificado que os incrementos de produtividade nas diversas culturas nesses trabalhos de campos convergiram muito com o incremento de produtividade que a pesquisa fornece, creditando consistência nos resultados. Assim, preza-se a atuação em um campo com conhecimento técnico, assistência aos produtores, proximidade junto aos agricultores e parceiros que comercializam o Algen.

Marco Araújo (PrimaSEA): PrimaSea é uma empresa que começou suas operações em 2004 e com o processo de licenciamento em 2003. Demorou 11 anos para encerrar o processo do licenciamento para que pudessem produtos naturais, vários produtos orgânicos e principalmente, dentro da nossa operação, entregar para a sociedade um produto amigável ao meio ambiente. Então, a empresa é especialista em granulado bioclástico para nutrição de plantas, animais e outros mercados que virão pela frente. Portanto, durante os 11 anos de atuação no mercado utiliza processos que mitigam o risco de extração de gerar danos ambientais. O processo se inicia no georreferenciamento da área de sedimentos isolada da área de produção de corais, após utiliza-se bombas de sucção para subir este material para o navio, caindo diretamente em cima do peneiramento para separação das impurezas. A partir disso, o material é lavado e peneirado e armazenado no navio e os outros materiais separados que não são de interesse retornam para o fundo do mar, 10 a 12 metros de profundidade, com controle para mitigar a formação de pluma. Este processo de dragagem do granulado bioclástico marinho é ecofriendly com mínima interferência no meio ambiente. A jazida é próxima de Salvador e possui licença de operação de 120.000 toneladas ano, expansível para 240.000, com proximidade da costa de cinco milhas náuticas e profundidade de 20 metros, o que diminui os custos de transporte e logística. O processo de fabricação está sediado no polo industrial de Candeias, onde se realiza a estocagem, moagem e ensacamento do *Lithothamnium*. Há as marcas Primaz para a nutrição animal e a marca Lothar para nutrição vegetal.

Eduardo Malburg (Wengi Wengi): Ao longo dos últimos 20 anos, a Wengi Wengi trabalhou com empresas no exterior que se interessavam pelo *Lithothamnium* brasileiro e não compreendiam como o Brasil tinha a maior reserva desse produto no mundo e não o explorava comercialmente. O *Lithothamnium* no Brasil só começou a ser estudado na década de 60 e empresa buscou entender, por volta dos anos 90, os motivos de este material ter sido explorado no mundo, os erros e acertos durante a exploração, e porque o mesmo não ocorria no Brasil. Muito se falava dos problemas de logística de distribuição, no entanto, as

jazidas brasileiras são excelentes. Assim, em 2016 a empresa herdou o direito minerário iniciado em 1981, talvez o mais antigo no território, e estima-se que em 2023 já se esteja operando na jazida que está a 15 quilômetros da costa e a uma profundidade máxima de 18 metros. Há possibilidade de extração a 12 metros de profundidade, acarretando uma excelente relação custo-benefício para o produto comercializado. A jazida possui menos de 1% de impurezas para sílica, um agente contaminante de eventuais localidades no Brasil conforma o relatório da ANM. A jazida está na costa do Espírito Santo, com todos os modais disponíveis como ferroviário, rodovias e fluvial. Acredita-se que no Brasil ainda se possuam alguns empecilhos relacionados a extração, que talvez sejam modificadas uma vez que existe a necessidade de superar a dependência de importações e alavancar a produção para atender o mercado que vai começar a existir.

José Carlos Polidoro (Embrapa Solos): A organização e realização do evento ocorreu em movimento único e conjunto entre as empresas e a Embrapa para que se possa elevar a cadeia do granulado bioclástico marinho, de forma organizada para uma nova cadeia de insumos para a agricultura. Os conhecimentos adquiridos e compartilhados devem chegar às mãos do Conselho Nacional de Fertilizantes para que possam ser aplicados em ações de políticas administrativas que fomentem o desenvolvimento da cadeia de uso do *Lithothamnium*. Apesar de não ser uma cadeia recente, deu-se início a uma nova era para a cadeia de fertilizantes e insumos para a nutrição de plantas no Brasil que demanda ação conjunta. Assim, inúmeras oportunidades debatidas durante as palestras demonstram que o caminho pode seguir por vias que contemplem a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação para que esta cadeia seja catapultada através de um consórcio entre as empresas do setor, as instituições públicas como a Embrapa, o Serviço Geológico e as universidades como a Federal de Lavras, Rural do Rio e outras mais. Através deste consórcio, almeja-se a realização de um projeto único que possa desenvolver as bases da cadeia naquilo que for de comum acordo e que os resultados contemplem a todos. A financiadora de Estudos e Projetos (Finep), por exemplo, é uma instituição criada para estimular o desenvolvimento tecnológico e pode se tornar um dos caminhos importantes para contribuir para que este consórcio seja concretizado, pois está fortemente engajada com o Plano Nacional de Fertilizantes. Assim, o evento motiva profissionais e empresas a continuar pesquisando e, para além do evento, recomenda-se a realização de um projeto estruturante consorciado que pode tornar o Brasil protagonista em tecnologia e soluções nacionais para insumos agropecuários no mundo tropical.

Silvio Tavares (Embrapa Solos): O evento foi realizado com o objetivo de formar elos entre a comunidade técnica, as pessoas e empresas e culminou na criação de uma cadeia. A Embrapa possui a função de articular e trazer pesquisas novas, no entanto, não consegue abarcar todas as demandas agropecuárias e conta com parceiros como a Rede FertBrasil para que se possa gerar mais soluções de inovações. Dessa forma, a união da Embrapa com parceiros do setor público e privado possibilita o avanço, agregando maior conhecimento.

Ivandro Pessutto (Oceana Minerals): O evento abre uma janela importante para trazer as discussões e permite que se possa tratar o *Lithothamnium* como uma ferramenta efetiva para melhorar a eficiência dos fertilizantes e melhorar a produtividade. O crescimento e aproveitamento do potencial deste material deve ocorrer através da extração sustentável para que se consiga utilizar este recurso natural e renovável de forma consciente. Assim, uma vez que se compreende as reservas brasileiras, percebe-se o potencial deste recurso

e as oportunidades sobressaem. Como primeiro encaminhamento coloco a importância de avançar por meio do trabalho conjunto das empresas junto com Embrapa e a Rede FertBrasil que dará a direção para o avanço da cadeia do Lithothamnium.

Reinaldo Santos (GBMax): Acredita-se que o consórcio público-privado com as instituições vem a corroborar para o desenvolvimento do setor. No entanto, há grande preocupação do setor que possa ocorrer a perda do momento correto para ação, uma vez que publicações em conjunto com a Embrapa demorem em média dois a três anos para serem publicadas.

Marco Araujo (PrimaSEA): Visto que a Embrapa não possui validações do uso do *Lithothamnium* e não pode validar pesquisas de terceiros, questiona-se a melhor maneira da Embrapa participar deste projeto para alavancagem do setor.

Silvio Tavares (Embrapa Solos): A Embrapa não nega a seriedade das empresas e instituições que já realizaram pesquisas, no entanto, só pode assinar as pesquisas em que se passou pelos processos de validação na empresa, sendo inviável validar pesquisas de terceiros. Dessa forma, o que se pode fazer a curto prazo é uma jornada estatística e matemática analisando metadados, avaliando o que está publicado através da relevância científica, revisão dos pares e tipo de publicação. Por meio desta análise, se pode verificar os trabalhos que foram delineados de maneira incorreta, não possuindo tratamentos controle ou utilizando solos de fertilidade construída, por exemplo. Portanto, para que se tenha a validação de um produto é necessário seguir todos as etapas necessárias como demonstrado na palestra do Dr. Paulo César Teixeira.

Reinaldo Santos (GBMax): O Brasil se encontra, em 2022, em estado de crise em relação a segurança alimentar, sendo uma problemática de segurança nacional, e se torna necessário encontrar alternativas para solucioná-la. Acredita-se que o *Lithothamnium* possa ser uma solução alternativa.

Jose Carlos Polidoro (Embrapa Solos): A Embrapa, a Rede FertBrasil e as instituições caminham lado a lado para que se forme um projeto estruturante para alavancagem do setor, não sendo apenas um projeto de pesquisa. É importante que se faça pesquisa em bancada para obter provas científicas, no entanto, apenas no que é pertinente e necessário. A título de exemplo, na década de 70, o doutor Alfredo Lopes levou 500 amostras de solo do cerrado brasileiro para os Estados Unidos para que pudesse entender a maneira correta de utilização do calcário. Através das análises e reações químicas de bancada, demorou 15 anos para conhecer como se faz correção de solo no Brasil, portanto, as soluções não são instantâneas para a pesquisa. Dessa forma, necessita-se de um consórcio, um projeto estruturante, para determinar as ações de pesquisa e ações de mercado para cada parte integrante deste projeto. A partir de uma publicação conjunta do consórcio já se promove consolidação e abertura de oportunidades. Por isso, deve-se estruturar o consórcio para que ele seja de pesquisa, desenvolvimento e inovação, gerando negócios.

Silvio Tavares (Embrapa Solos): A formação da associação de produtores de Lithothamnium deve ser um passo a ser tomado pelas empresas que, unidas, podem tornar o produto de conhecimento notório. Acredita-se que as principais demandas para que o produto seja mais reconhecido nacionalmente seja a maior demanda de pesquisas tropicalizadas. Assim, uma vez que se comprovar as capacidades de adsorção de fosfato, nitrogênio, metais pesados e outros, os granulados bioclásticos marinhos poderão possuir

demanda imensurável no setor de tecnologia ambiental e saneamento. Isto poderá ocorrer pois, no Brasil, 70% de seu território não possui saneamento.

Marco Araujo (PrimaSea): O workshop é a primeira ação dentro do Plano Nacional de Fertilizantes, dentro das cadeias emergentes, levando visibilidade para o *Lithothamnium* e para o próprio plano.

Jose Carlos Polidoro (Embrapa Solos): As deliberações propostas neste evento são muito importantes para que o Plano Nacional de Fertilizantes apoie o setor. Assim, se faz necessário um relatório que se conste as principais demandas e gargalos do setor junto das oportunidades para que se possa enviar para a câmara técnica de cadeias emergentes. Após, deve-se criar a associação e realizar um acordo de cooperação e parceria com a Embrapa e outras instituições para oficializar o consórcio. Este grupo, portanto, deve apresentar o plano de trabalho com meios de resolver os problemas para serem levados para o Conselho Nacional de Fertilizantes.

Marco Araujo (PrimaSea): Há necessidade de envolver os órgãos regulatórios, pois eles desempenham um importante papel dentro do processo e podem contribuir para implementar práticas de governança ambiental, social e corporativa (ESG). Além disso, os órgãos financiadores como FINEP, BNDES, Banco do Brasil e Caixa que podem promover recursos também devem estar envolvidos no consórcio. Este desenvolvimento da cadeia do *Lithothamnium* está de acordo com as megatendências para o futuro do agronegócio que contemplam a sustentabilidade, adaptação à mudança do clima, o agro digital, intensificação tecnológica e concentração da produção, transformações rápidas no consumo e na agregação de valor, bio-revolução, integração de conhecimento e de tecnologias e incremento da governança e dos riscos. Esses pontos mostram a enorme relevância que o produto tem nessa transversalidade desses tópicos dessas megatendências.

Jose Carlos Polidoro (Embrapa Solos): O Plano Nacional de Fertilizantes tem metas objetivas com relação a dependência externa e a oferta de novas fontes. Dessa forma, independente do que precisa ser pesquisado, da situação atual e do que ainda necessita estímulo, é necessário promover a contribuição dessa cadeia para esse setor em termos de oferta em volume de novos produtos, produtos na forma que são registrados no MAPA e em novos produtos. Para que, assim, se possa estimar os potenciais de redução da dependência, e determinar as ações para que as metas do PNF possam ser atingidas.

Eduardo Malburg (Wengi Wengi): A partir da associação proposta, é importante obter um consórcio com a Embrapa para promover evolução das pesquisas, visto que os estudos são complementares ao de muitos pesquisadores que já realizaram pesquisas em parceria com empresas como PRIMASEA, OCEANA e TWB. Dessa forma, o maior problema do *Lithothamnium* não vai ser a demanda, vai ser a oferta.

Reinaldo Santos (GBMax): Propõe-se que, de maneira objetiva, seja realizada uma reunião entre as empresas para discutir como cada um poderá contribuir e dar os primeiros passos para a formação da associação. Após, recomenda-se apresentar os planos em Brasília de maneira mais consistente e formal para que se possa colocar dentro do plano nacional, dentro do Conselho e poder realmente essa interação sair do papel, sair plano das ideias.

Jose Carlos Polidoro (Embrapa Solos): O evento é a prova de que o Plano Nacional de Fertilizantes, que foi publicado no dia 11 de março de 2022, já saiu do papel, ou seja,

com menos de dois meses de publicada uma política houve a realização do workshop que representa a nova era do setor de fertilizantes e insumos para a nutrição de plantas no Brasil.

Dados do evento

O evento foi realizado durante o dia 5 de maio de 2022, delimitado em 4 seções ao vivo com mesas redondas contendo profissionais de setores como Embrapa, Universidades, IBAMA, MAPA e empresas do setor.

Tabela 25.Dados de transmissão totais do evento.

| Bloco de Transmissão | Visualizações | Impressões |
|---------------------------|---------------|------------|
| Abertura e Mesa Redonda 1 | 2.135 | 60.657 |
| Mesa Redonda 2 | 1.559 | 20.997 |
| Mesa Redonda 3 | 920 | 21.648 |
| Mesa Redonda Deliberativa | 489 | 4.826 |

Fonte: Workshop Brasileiro De Lithothamnium

Sendo que as visualizações são o total de visualizações desde o lançamento do vídeo até o período analisado e as impressões determinada através de quantas vezes as miniaturas do vídeo foram mostradas aos espectadores.

Dentre os perfis rastreáveis, observou-se que São Paulo e Rio de Janeiro foram os Estados mais participativos no evento

Tabela 26.Percentual médio de participação dos Estados no evento.

| Estado | Participação média por Estado (%) |
|--------|-----------------------------------|
| BA | 4% |
| CE | 2% |
| DF | 3% |
| ES | 2% |
| GO | 4% |
| MA | 6% |
| MG | 7% |
| MS | 1% |
| MT | 1% |
| PA | 1% |
| PE | 2% |
| PR | 4% |
| RJ | 31% |
| RS | 4% |
| SC | 3% |
| SP | 24% |

Fonte: Workshop Brasileiro De Lithothamnium

Tabela 27. Descrição do público alcançado através da idade de acordo com os perfis rastreáveis.

| Idade | Média de participação no evento (%) |
|---------------------|-------------------------------------|
| 18 a 24 anos | 1,5 |
| 25 a 34 anos | 17,0 |
| 35 a 44 anos | 19,4 |
| 45 a 54 anos | 16,9 |
| 55 a 64 anos | 40,6 |
| A partir de 65 anos | 4,6 |

Fonte: Workshop Brasileiro De Lithothamnium

As apresentações e outros vídeos relacionados ao evento podem ser encontrados na página oficial do evento e na página do Youtube.

Página oficial do evento: <https://www.embrapa.br/solos/workshop-lithothamnium>

Canal do Youtube: https://www.youtube.com/channel/UCBdy2ZP_-XTrAZO4MQgU9vQ/featured

Propostas

O setor composto pelas empresas que extraem e comercializam o *Lithothamnium* comprometeram-se a formar a associação para determinar ações conjuntas que visem o desenvolvimento da agricultura brasileira nos pilares propostos pelo Plano Nacional de Fertilizantes com os objetivos específicos abaixo listados:

- 1- Modernizar, reativar e ampliar as plantas e projetos de fertilizantes existentes no Brasil
- 2- Melhorar o ambiente de negócios no Brasil para atração de investimentos para a cadeia de fertilizantes e nutrição de plantas
- 3- Promover vantagens competitivas na cadeia de produção nacional de fertilizantes para melhorar o suprimento do mercado brasileiro
- 4- Ampliar os investimentos em PD&I e no desenvolvimento da cadeia de fertilizantes e nutrição de plantas do Brasil
- 5- Adequar a infraestrutura para integração de polos logísticos e viabilização de empreendimentos

Além disso, comprometem-se a formar um consórcio com parceria entre a associação dos produtores de *Lithothamnium*, a Embrapa, a Rede FertBrasil, Universidades, órgãos reguladores e órgãos financiadores para formar um projeto estruturante que possa alavancar os setores e fomentar a utilização dos granulados bioclásticos marinhos na agricultura brasileira.

Referências

- ANM. Agência Nacional de Mineração. Anuário Mineral Brasileiro – AMB, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb-2021-ano-base-2020.pdf>.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 277/1967, de 28 de fevereiro de 1967. Dá nova redação ao Decreto-Lei nº 1.985 (Código de Minas) de 29 de janeiro de 1940.
- BRASIL. Congresso. Senado. Lei nº 6.938, de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- BRASIL. Resolução CONAMA Nº 001 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.
- BRASIL. Resolução CONAMA Nº 237 de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental.
- BRASIL. Lei Complementar nº 97, de 09 de junho de 1999.
- BRASIL. Lei Complementar nº 117, de 02 de setembro de 2004. Altera a Lei Complementar nº 97, de 09 de junho de 1999, que dispõe sobre normas gerais para organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jun. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>.
- BRASIL. Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2011.
- BRASIL. Lei 13.575/2017, de 26 de dezembro de 2017. Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis nº11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei nº 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. Instrução Normativa nº 39, de 8 de agosto de 2018. Brasília: Diário Oficial da União, Seção 1, p. 19, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. Plano Safra 2021/2022 – Cada vez mais verde. Brasília: Governo Federal, 2021a.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030): visão estratégica para um novo ciclo/Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação, 2021b.
- BRASIL. Decreto nº 10.991, de 11 de março de 2022. Institui o Plano Nacional de Fertilizantes 2022–2050 e o Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas. Disponível em: <https://in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.991-de-11-de-marco-de-2022-385453056#:~:text=D%20E%20C%20R%20E%20T%20A%20%3A,data%20de%20publica%C3%A7%C3%A3o%20deste%20Decreto>
- CAVALCANTI, V. M. M. Plataforma continental: a última fronteira da mineração brasileira. Brasília: DNPM, 2011, 96 p.
- CAVALCANTI, V. M. M. (Org.) O Aproveitamento de granulados bioclásticos marinhos como alternativa para a indústria de fertilizantes no Brasil. Relatório Final. Brasília: DNPM, 2020.
- CHALK, P. M.; CRASWELL, E. T.; POLIDORO, J. C.; CHEN, D. Fate and efficiency of 15N-labelled slow- and controlled-release fertilizers. Nutrient Cycling in Agroecosystems, v. 102, n. 2, p. 167-178, 2015.
- FOSTER, M.S. Rhodoliths: between rocks and soft places. Journal of Phycology, v. 37, p. 659-667, 2001.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT. What is Impact Assessment? Fargo: International Association for Impact Assessment (IAIA), 2009.
- WORKSHOP BRASILEIRO DE LITHOTHAMNIUM. YouTube, 5 de maio de 2022. Disponível em: https://www.youtube.com/channel/UCBdy2ZP_-XTrAZO4MQgU9vQ/featured. Acesso em: 18 de julho de 2022



Patrocínio



Apoio

