

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL  
UNIDADE EM SANTANA DO LIVRAMENTO  
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**RODRIGO DE MORAES GALARZA**

**IMPLANTAÇÃO DE UM BANCO GEOLÓGICO E A UTILIZAÇÃO DOS  
REMINERALIZADORES NA AGRICULTURA**

**SANTANA DO LIVRAMENTO  
2019**

**RODRIGO DE MORAES GALARZA**

**IMPLANTAÇÃO DE UM BANCO GEOLÓGICO E A UTILIZAÇÃO DOS  
REMINERALIZADORES NA AGRICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em  
Agronomia na Universidade Estadual do Rio  
Grande do Sul.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Gustavo Kruger  
Gonçalves

**SANTANA DO LIVRAMENTO  
2019**

### Catálogo de Publicação na Fonte

G146i	<p data-bbox="450 1473 794 1503">Galarza, Rodrigo de Moraes.</p> <p data-bbox="450 1532 1270 1626">Implantação de um banco geológico e a utilização dos remineralizadores na agricultura / Rodrigo de Moraes Galarza. – Santana do Livramento, 2019.</p> <p data-bbox="497 1653 568 1682">[51] f.</p> <p data-bbox="497 1816 1075 1845">Orientador: Prof. Dr. Gustavo Kruger Gonçalves.</p> <p data-bbox="450 1921 1270 2016">Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Unidade em Santana do Livramento, 2020.</p>
-------	---

**RODRIGO DE MORAES GALARZA**

**IMPLANTAÇÃO DE UM BANCO GEOLÓGICO E A UTILIZAÇÃO DOS  
REMINERALIZADORES NA AGRICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em  
Agronomia na Universidade Estadual do Rio  
Grande do Sul.

Orientador: Profº. Drº. Gustavo Kruger  
Gonçalves

Aprovado em: / /

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Profº. Drº. Gustavo Kruger Gonçalves  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – Uergs

---

Prof. Ms. Marco Aurélio Torres Rodrigues  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

---

Eng. Agr. Lafayette Xavier de Moraes Neto  
Chefe do 30º Nate do Instituto Rio Grandense de Arroz (Irga)

Dedico à minha mãe, que desde sempre me apoiou e incentivou nesta jornada.

“Insanidade é continuar fazendo sempre a mesma coisa e esperar resultados diferentes”

*Albert Einstein*

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul por ser um espaço que privilegia o conhecimento e que oportunizou a janela que hoje vislumbro um horizonte superior. Sem dúvidas afirmo que ao longo de todo o meu processo acadêmico tive o privilégio de aprender perto dos melhores professores, educadores que se empenham em fazer o melhor com recursos limitados, que foram além do conteúdo obrigatório e ensinaram o que é ser um cidadão consciente, crítico e responsável.

Qual seria o poder de um sonho? Como mensurar o final de uma trajetória rica em experiências, amizades e alegria por isso agradeço aos meus colegas, em especial aos que me acompanharam do início ao fim desta emocionante jornada, Vitor Birck e Anelisi Inchauspe.

Não poderia esquecer de agradecer ao apoio dos meus irmãos e irmãs que de alguma forma sempre me apoiaram, mais em específico a minha irmã Bibiana Galarza que me deu a notícia que havia sido aprovado para ingressar neste curso, sempre me auxiliou ao longo de todo o percurso dentro da academia.

Ao amigo e professor Marco, que me auxiliou, incentivou e mostrou várias vezes que a educação é a solução.

Ao meu orientador Gustavo, que desde o início do curso me apoiou, confiou, e sempre teve muita paciência e atenção.

Em especial, a Victória pelo incentivo e apoio, que muitas vezes deixou o que tinha de fazer para me ajudar em algum trabalho.

A quem não mencionei, mas esteve junto a mim, prometo reconhecer essa proximidade e ajuda todos os dias da minha vida.

## RESUMO

Os fatores responsáveis pela formação dos solos, são os organismos, clima, relevo, tempo e material de origem. Neste estudo coletou-se diversas amostras de matérias de origem dos solos do Rio Grande do Sul. Sendo o objetivo principal do trabalho é proporcionar um banco geológico para as disciplinas que utilizem a mineralogia como base. A execução deste trabalho dividiu-se em dois momentos, o primeiro foram as coletas ocorrida no ano de 2018, as rochas e minerais coletados nos arredores do município de Santana do Livramento-RS, posteriormente estas rochas foram alocadas em prateleiras. E o segundo momento foi a de criação de um curso sobre importância dos remineralizadores, neste curso foi feito um conjunto de perguntas objetivas para verificar questões sobre o Banco geológico. Nos materiais coletados incluem 16 amostras de rochas e minerais, das diversas classificação quanto a origem, também no decorrer do trabalho foi adquirido uma colorteca e um mapa de solos do Rio Grande do Sul. O banco geológico ainda está em seu processo inicial, novos materiais devem ser inseridos, no entanto todos os alunos da UERGS Santana do Livramento podem deslumbrar do material e utilizarem como meio didático para o entendimento sobre formação dos solos.

Palavras-chave: Geologia, Educação em solo, Minerais do Solo, Material didático



## ABSTRACT

The factors responsible for soil formation are organisms, climate, relief, weather and source material. In this study we collected several samples of materials from soils of Rio Grande do Sul. The main objective of this work is to provide a geological database for the disciplines that use mineralogy as a basis. The execution of this work was divided in two moments, the first were the collections occurred in 2018, the rocks and minerals collected in the outskirts of Santana do Livramento-RS, later these rocks were placed in shelves. And the second moment was the creation of a course on the importance of remineralizers, in this course a set of objective questions was asked to verify questions about the geological bank. The collected materials include 16 samples of rocks and minerals, from various classification according to origin, also during the work was acquired a colorteca and a soil map of Rio Grande do Sul. The geological bank is still in its initial process, new materials must be inserted however all students of UERGS Santana do Livramento can dazzle the material and use it as a didactic means for understanding soil formation.

Keyword: Geology, Soil Education, Soil Minerals, Teaching Material

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista de rochas presente no banco geológico.....	29
Tabela 2: Lista de minerais presente no banco geológico.....	36
Tabela 3: Resultado da pesquisa de satisfação dos alunos que participaram do curso sobre remineralizadores. Indicador Avaliativo (IA). Resultados estão em percentagem.....	41

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Prateleiras de vidro.....	27
Figura 2: Prateleira com o acervo.....	27
Figura 3: Granito.....	30
Figura 4: Riolito.....	30
Figura 5: Basalto.....	31
Figura 6: Arenito.....	32
Figura 7: Argilito.....	32
Figura 8: Biogênica.....	33
Figura 9: Calcário.....	33
Figura 10: Carvão.....	34
Figura 11: Folhelho Betuminoso.....	34
Figura 12: Mármore.....	35
Figura 13: Quartzo.....	36
Figura 14: Ametista.....	37
Figura 15: Olivina.....	38
Figura 16: Amostra da cor preto acastanhado.....	39
Figura 17: Amostra da cor avermelhada escura.....	39
Figura 18: Amostra da cor cinza oliva claro.....	40
Figura 19: Amostra da cor amarelo claro.....	40
Figura 20: Mapa de solos do Rio Grande do Sul.....	41

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
2.1	ORIGEM E TIPO DE ROCHAS .....	13
2.2	MINERAIS .....	15
2.3	MINERAIS DO SOLO .....	18
2.4	BANCO DE ROCHAS E MINERAIS .....	19
2.5	COLORTECA .....	20
2.6	UTILIZAÇÃO DOS AGROMINERAIS NA AGRICULTURA .....	20
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	25
3.1	OBJETIVO GERAL .....	25
3.2	OBJETIVOS ESPECIFICO .....	25
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
4.1	COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO ACERVO DE ROCHAS E MINERAIS .....	26
4.3	CURSO SOBRE A IMPORTÂNCIA DOS REMINERALIZADORES .....	28
<b>4.3.1</b>	<b>Como foi Criado e Ministrado</b> .....	28
<b>4.3.2</b>	<b>Indicadores Avaliativo do Curso de Remineralizadores e do banco Geológico</b> .....	28
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSÃO</b> .....	29
5.1	BANCO GEOLÓGICO .....	29
5.2	INTERPRETAÇÃO DO INDICADORES AVALIATIVOS SOBRE O CURSO DE REMINERALIZADORES E BANCO GEOLÓGICO .....	41
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	42
	<b>REFERENCIAS</b> .....	44

## 1 INTRODUÇÃO

Os fatores responsáveis pela formação do solos, são os organismos, clima, relevo, tempo e o material de origem.

O material de origem dos solos são as rochas, as quais são classificadas, de acordo com a sua origem em (a) rochas ígneas ou magmáticas; (b) rochas sedimentares e (c) rochas metamórficas.

O conhecimento dos minerais presente nas rochas permite também estabelecer relações dos mesmos com as características físicas e químicas dos solos agrícolas. Essas estão diretamente associadas a capacidade do solo resistir a degradação dos solos.

A degradação do solo em função do uso inadequado pelo homem e a falta da conscientização da importância do solo e da necessidade de sua conservação tem contribuído para o agravamento dos problemas ambientais (erosão dos solos, compactação do solos, perda da fertilidade natural, assoreamento do rios, contaminação das águas, perda da biodiversidade, dentre outros (LIMA, 2004). Segundo a FAO (2015), aproximadamente 33% dos solos do planeta já se encontram degradados.

A degradação química do solo ocorre principalmente devido a escassez de nutrientes essenciais as plantas, principalmente em solos bem intemperizado e manejados inadequadamente.

Em função da degradação do solo e suas consequências ambientais, econômicas e sociais negativas existe o desafio de conscientizar que o solo é parte do ambiente, o qual está ameaçado e necessita ser defendido (FONTES; MUGGLER, 1999). Destaca-se, em especial a vertente da Educação Ambiental, reconhecida como Educação em Solos (SATO, 2003).

A Educação em Solos busca conscientizar as pessoas da importância do solo em sua vida. Nesse processo educativo, o solo é entendido como componente essencial do meio ambiente, essencial à vida, que deve ser conservado e protegido da degradação.

De acordo com o I ao VI Simpósio Brasileiro de Educação em Solos, existem diferentes áreas de conhecimento abordadas pela Educação do Solo.

Em busca do entendimento e melhorar a qualidade no processo de compreensão das disciplinas que utilizam a minerologia como base, a criação de um banco de

minerais e rochas com descrições das características geológicas tem sido implementada em vários museu em diferentes locais do mundo.

A realização de oficinas e cursos de extensão são consideradas excelentes ferramentas para a educação em solos já que possibilitam um aprendizado rápido e dinâmico com troca de conhecimentos entre os palestrantes e os participantes.

Em função do exposto, foi criado um banco de rochas e minerais e ofertado um curso de extensão sobre a importância da utilização dos remineralizadores para a recuperação de solos degradados quimicamente objetivando a melhoria da qualidade do processo de entendimento das disciplinas que utilizem a mineralogia como base para aplicação no ensino do curso de Agronomia.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ORIGEM E TIPO DE ROCHAS

As rochas são divididas em três grupos principais, levando-se em conta a sua origem: (a) rochas ígneas ou magmáticas; (b) rochas sedimentares e (c) rochas metamórficas.

As rochas ígneas ou magmáticas são formadas pelo resfriamento e solidificação de uma massa quente e fluída conhecida como magma presente no núcleo da terra (LE MAITRE, 1989).

A principal classificação das rochas magmáticas ocorre pela variação do tamanho dos minerais constituintes, a qual está relacionada com a velocidade de resfriamento do magma. Logo, são classificadas em intrusivas e extrusivas.

As rochas intrusivas ou plutônicas são caracterizadas pelo magma situado a uma profundidade considerável na crosta terrestre, o qual resfria muito vagorosamente, oportunizando uma lenta cristalização das partículas minerais, que assim podem crescer atingindo maiores tamanhos, resultando em uma rocha com textura fanerítica (minerais visíveis a olho nu). Ex: granito e granodiorito gnáissico (LEINZ; AMARAL, 1978). Estas rochas encontram-se em grande abundância no Escudo Sul-Rio-Grandense, localizado na parte centro-sul do estado (STRECK et al. 2008).

As rochas vulcânicas ou extrusivas o magma extravasa sobre a superfície terrestre (lava), com seu resfriamento e solidificação progredindo muito rapidamente, não dando tempo para as partículas minerais crescerem, formando uma rocha de granulação fina, com textura afanítica (com minerais pequenos não reconhecíveis a olho nu). Ex: Basalto. Essas rochas encontram-se situadas na porção nordeste do estado a altitudes de até 1000m, gradualmente caindo até menos de 100m na porção oeste do estado, na zona da campanha (STRECK et al. 2008).

As rochas sedimentares têm por origem a alteração (intemperização) de rochas pré-existentes e a erosão, o transporte e a deposição dos sedimentos produzidos (FANNING; FANNING, 1989).

A deposição ocorre em áreas de acumulação, normalmente pela ação da água, e menos frequentemente pela ação de geleiras e pelo vento. Conforme a origem dos materiais, as rochas sedimentares podem ser classificadas em clásticas, quando resultam de deposição mecânica, químicas, quando provém de precipitação de

soluções por intermédio de algum processo químico (por exemplo, o aumento da concentração até atingir o produto de solubilidade pela evaporação da água), ou orgânicas, pelo acúmulo de restos orgânicos (FANNING; FANNING, 1989).

No Rio Grande do Sul, encontram-se algumas paisagens de formação sedimentares. Há formação de rochas sedimentares na Fronteira Oeste, como o arenito através da deposição de óxidos de ferro e quartzo. Nestes locais, o intemperismo hídrico e eólico ocasiona o processo de arenização, que é um problema de degradação dos solos na região (STRECK et al., 2008).

No escudo Sul-Rio-Grandense ocorre a formação de Dolomita em Caçapava. Esse mineral é o conhecido calcário utilizado como corretivo para solos na agricultura (STRECK et al., 2008).

Nos municípios de Dom Pedrito e São Gabriel existe a rocha sedimentar folhelho betuminoso ou mais conhecido por xisto betuminoso (SANTOS, 2010; CREA 98). É uma rocha do tipo oleígena, normalmente argilosa, que contém betume e querogênio, um complexo orgânico que se decompõe termicamente e produz óleo e gás. Ao ser submetido a temperaturas elevadas, o xisto libera um óleo semelhante ao petróleo, água e gás, deixando um resíduo sólido contendo carbono (PETROBRAS, 2010). Atualmente, a Petrobras produz óleo de xisto, fertilizantes foliares com a água de xisto e calcário de xisto na Superintendência da Industrialização do Xisto (SIX) em jazidas localizadas em São Mateus do Sul, no Paraná.

As rochas metamórficas são oriundas das rochas ígneas ou sedimentares, as quais por movimentos da crosta terrestre (ligados principalmente aos deslocamentos das placas tectônicas), podem ser levadas a partes mais profundas da crosta, onde encontram pressões extremas, acompanhadas geralmente por temperaturas elevadas e frequentemente pela adição de novas substâncias químicas. Como por exemplo a mica-branca que decompõe com a presença de quartzo com temperatura de 625°C e pressão de 600 Mpa. Nesse ambiente, os minerais, sofrerem fusão, ocorrendo a recristalização e a deformação (pela quebra ou achatamento), se rearranjando paralelamente em direção aos esforços, dando à rocha um aspecto laminar (xisto) ou bandado (gnaisse), que é característico das rochas metamórficas (BAUCHER; GRAPES 2010). Outro exemplo, é a transformação do granito em gnaisse. Essas rochas encontram-se localizadas no escudo rio-grandense (STRECK et al. 2008).



## 2.2 MINERAIS

O conhecimento dos minerais presente nas rochas permite também estabelecer relações dos mesmos com as características físicas e químicas dos solos agrícolas.

Os minerais são classificados em não silicatados e silicatados. Isso se deve a composição química média da crosta terrestre continental, que indica que os minerais mais comuns devem possuir sua composição a base de silício e oxigênio, já que para cada 100 elementos encontrados, em média, 83 são de O e Si (LEINZ; AMARAL, 1978).

Os minerais não silicatados são os seguintes: a) Haletos; Sulfatos e Carbonatos; b) Sulfetos; c) Fosfatos; d) Óxidos, Hidróxidos e Oxi-Hidróxidos

Os Haletos, sulfatos e carbonatos são estruturas simples formadas por ligações iônicas e facilmente intemperizáveis. Um exemplo de Haleto são a halina (NaCl). Locais que possuem este mineral em abundância (Ex: Nordeste Brasileiro) limitam o cultivo de plantas, já que os solos se tornam salinos, acarretando toxidez nas plantas, ocasionando a murcha-pelo déficit hídrico em sua grande maioria (MEURER, 2006).

Os sulfatos são exemplificados pela gipsita ( $\text{CaSO}_4$ ), conhecida popularmente como gesso, utilizado para melhorar as características biológicas, químicas e físicas do solo, pois fornece cálcio e enxofre em profundidade e diminui a saturação de alumínio, que é um elemento que causa toxidez às plantas (RAIJ, 2008).

Já os carbonatos podem ser exemplificados pela dolomita, a qual é utilizada para correção de solos calcários (MEURER, 2006).

Como exemplo de Sulfetos, destaca-se o mineral pirita, que é um sulfeto de ferro, formado em condições reduzidas, sendo popularmente conhecido como ouro de tolo, pois possui uma aparência de ouro. Ocorrem em solos tiomórficos, em sedimentos marinhos e em áreas de mineração. Nas áreas de mineração, a extração de carvão provoca a oxidação da pirita, levando à formação de ácido sulfúrico, o qual diminui a acidez do solo e das águas, ocasionando um impacto ambiental (MEURER, 2006).

Em relação ao mineral Fosfato, o mesmo é utilizado na agricultura como fonte de fósforo para o desenvolvimento das plantas. As reservas de fósforo mineral encontradas nas jazidas são em sua maioria de fosfato de cálcio. Geralmente, este fosfato apresenta baixa solubilidade no solo, necessitando ser tratado com ácido fosfórico na indústria para aumentar a sua solubilidade. Entretanto, pode ser aplicado

diretamente no solo (Fosfato Natural Reativo), sendo sua biodisponibilidade dependente das condições de solo e das plantas (NOVAIS; SMITH, 1999).

Para os óxidos de Ferro, destacam-se a hematita e a goethita ocorrendo principalmente na fração argila do solo e são característicos de ambientes intemperizáveis. Conferem ao solo as cores vermelhas (hematita) e amarelas (goetita) em ambiente drenado (SCHWERTMANN; KÄMPF, 1995).

Apresentam cargas dependentes de pH, mas geralmente apresentam carga positiva no pH que ocorre normalmente nos solos. Devido a este aspecto, fixam o fósforo do solo, diminuindo a sua disponibilidade para as plantas, o que afeta negativamente o seu desenvolvimento. Por outro lado, atua na agregação das partículas do solo, pois é um agente cimentante. Sua carga positiva atrai cargas de sentido oposto como constituintes da matéria orgânica do solo (COSTA; BIGHAM, 2009).

Dentre os hidróxidos de alumínio, destaca-se a gibbsita, que é formada em ambiente de alta intemperização (KÄMPF; SCHWERTMANN, 1995). Nesse ambiente, a riscos de toxidez de alumínio as plantas e a acidez do forte são altíssimas, limitando o desenvolvimento de plantas suscetíveis a acidez do solo (MEURER, 2006).

Os minerais silicatos são classificados em:

a) Feldspatos: São tectosilicatos representados principalmente pelos feldspatos potássicos (ortoclásio e microclínio) e pelos feldspatos sódico-cálcicos (plagioclásios), são importantes minerais formadores das rochas ígneas (granitos, os dois e basaltos os últimos) e metamórficas (gnaisses). No solo liberam nutrientes essenciais para as plantas (K, Na e Ca) e fornecem Al, Si e O para a formação de argilominerais (DIXON; WEED, 1989).

b) Quartzo: é um tectossilicato que participa da composição de todos os tipos de rochas, ígneas ácidas (granitos), sedimentares (arenitos) e metamórficas (gnaisses, xistos e quartzitos). Sua grande resistência à alteração intempérica faz com que se concentre no solo, na fração areia, compondo o esqueleto da maioria dos solos; por outro lado, devido a sua composição muito simples ( $\text{SiO}_2$ ), não contém nutrientes para as plantas (DIXON; WEED, 1989). Desta forma, os solos que possuem grande quantidade de quartzo, originam solos arenosos com baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, ou seja, suscetíveis a deficiência hídrica em períodos secos e suscetíveis a deficiência nutricional e contaminação do lençol freático por poluentes (COSTA, 1991).

c) Os piroxênios e anfibólios são inossilicatos e são importantes formadores de rochas ígneas básicas e ultrabásicas (basaltos) e de rochas metamórficas como xistos (DIXON; WEED, 1989). São facilmente intemperizáveis, liberando nutrientes para as plantas como Ca e Mg e elementos para a formação de minerais no solo (Fe para os óxidos de Fe e Mg, Fe, (Al), Si e O para os argilominerais (LIMA et al. 2007).

d) A olivina é encontrada nas rochas ígneas ultrabásicas, sendo um mineral muito facilmente intemperizável, fornecendo vários nutrientes no solo que poderão ser absorvidos pelas plantas (DIXON; WEED, 1989).

e) As micas (biotita e muscovita) são filossilicatos que acompanham os feldspatos e quartzo nas rochas ígneas (principalmente os granitos), formando-se tanto na diagênese das rochas sedimentares (ilita), bem como no metamorfismo dessas, compondo minerais essenciais de rochas metamórficas como xistos e gnaisses. A biotita e a muscovita contém alto teor de K, constituindo uma importante fonte potencial desse nutriente para as plantas, mesmo sendo considerado como K não trocável (DIXON; WEED, 1989).

f) Os argilominerais são filossilicatos formados principalmente pela intemperização dos outros silicatos. São constituídos por lâminas de tetraedro de silício com octaedro de alumínio. Os argilominerais 2:1 são caracterizados por apresentar duas lâminas de tetraedro de Si e uma lâmina de octaedro de Al, já os argilominerais 1:1 são caracterizados por apresentar uma lâmina de tetraedro de Si e uma lâmina de octaedro de Al (AZEVEDO; TORRADO, 2008).

Os argilominerais compõem a fração de tamanho argila dos solos, sendo representados pela esmectita, vermiculita e caulinita no RS (KÄMPF et al. 2003).

A esmectita e a vermiculita são encontradas em ambiente de baixa intemperização, ou seja com baixa perda de elementos químicos. Esses minerais devido a sua constituição mineralógica (2:1), as substituições isomórficas e o espaço entre camadas afetam as características físicas e químicas dos solos (KÄMPF; CURI, 2003).

O espaço entre as camadas permite a entrada ou saída de água da sua estrutura. Logo, apresenta capacidade de expansão em ambientes úmidos e capacidade de contração em períodos secos, tornam-se duros. Desta forma, ocasionam problemas físicos nas operações de preparo do solo, ou pela formação de lama ou pela dureza do solo (BRADY; WEIL, 1999).

As substituições isomórficas que ocorrem no tetraedro de silício e no octaedro de alumínio na vermiculita e esmectita geram carga negativas, as quais proporcionam uma média a alta capacidade de troca de cátions (CTC) com implicações importantes na fertilidade e nutrição das plantas no solo (FONTOURA; BAYER, 2006). É comum encontrar as esmectitas e vermiculitas em Vertissolos, Chernossolos e Planossolos localizados na Fronteira Oeste e Campanha Gaúcha (STRECK et al. 2008).

O argilomineral caulinita é formado em ambientes de alta intemperização, com lixiviação de alguns elementos químicos. É um argilomineral 1:1 não expansível, que não apresenta substituição isomórfica e, portanto, não apresenta carga negativa permanente. Dessa forma, apresenta uma baixa troca catiônica (MELO; WYPTCH, 2008)

A caulinita com a presença de óxidos de ferro atuam na formação dos agregados do solo, favorecendo a infiltração de água e a aeração do solo (FERREIRA et al. 1999).

### 2.3 MINERAIS DO SOLO

Na superfície terrestre, a maioria dos minerais das rochas (minerais primários), formados em condições de temperatura e pressão bem mais elevadas, torna-se física e quimicamente instável. Em função disso, esses minerais passam por uma série de reações (intemperização), liberando elementos para a solução do solo e formando um conjunto de novos minerais (minerais secundários), na busca de um equilíbrio com as condições do meio (DIXON, WEED, 1989).

Estes minerais estão presentes em muitos solos sob diferentes condições, em uma ou mais formas e em diferentes níveis de concentração (0,1 até 50%) (SCHWERTMANN & TAYLOR, 1989).

No solo, os minerais primários (Ex: quartzo, feldspatos, micas, anfibólios, micas, etc...) mais estáveis concentram-se nas frações areia e silte. Os minerais secundários (Ex: caulinita, vermiculita, esmectita), formados a partir da intemperização dos minerais primários mais instáveis, são encontrados principalmente na fração argila, constituída, na sua fração inorgânica, por uma mistura em proporções variáveis de argilominerais e óxidos (MEURER, 2006).

## 2.4 BANCO DE ROCHAS E MINERAIS

A degradação do solo em função do uso inadequado pelo homem e a falta da conscientização contribuído para o agravamento dos problemas ambientais, erosão dos solos, compactação do solos, perda da fertilidade natural.

Em função da degradação do solo e suas consequências ambientais, econômicas e sociais negativas. No entanto tem se destacado, em especial a vertente da Educação Ambiental, reconhecida como Educação em Solos (SATO, 2003).

A Educação em Solos busca conscientizar as pessoas da importância do solo em sua vida. Nesse processo educativo, o solo é entendido como componente essencial ao meio ambiente e essencial à vida, que deve ser conservado e protegido da degradação.

A Educação em Solos tem como objetivo geral criar, desenvolver e consolidar a sensibilização de todos em relação ao solo e promover o interesse para sua conservação, uso e ocupação sustentáveis. Com a Educação em Solos, busca-se construir uma consciência pedológica que, por sua vez, possa resultar na ampliação da percepção e da consciência ambiental.

De acordo com o I ao VI Simpósio Brasileiro de Educação em Solos, existem diferentes áreas de conhecimento abordadas pela Educação do Solo: a) Origem e formação dos solos; b) Composição dos solos; c) Funções do Solo; d) Tipos de degradação dos solos; e) Manejo e Conservação dos Solos.

Em busca do maior entendimento e de melhorar a qualidade no processo de compreensão das disciplinas que utilizam a minerologia como base, a criação de um banco de minerais e rochas com descrições das características geológicas e físico-químicas tem sido implementada em vários museus: Museu de Ciência e Técnica da Universidade Federal de Ouro Preto, com um acervo de minerais e rochas que compreende 23 mil peças; Museu Nacional tem importante coleção de meteoritos, entre eles o Bendegó, o maior já encontrado no Brasil (5.360 kg); Museu da Geodiversidade, situado no Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro; Museu Geológico Valdemar Lefebvre, com acervo de minerais, rochas e fósseis; O museu de Geologia mantido pela Companhia Riograndense de Mineração (CPRM) em Porto Alegre (RS), embora não tenha um acervo grande, ele se destaca por conter rica coleção de gemas brutas (100 tipos) e lapidadas (62 tipos), além de outros minerais, inclusive a rara Iulzaquita; Museu de História Natural da Ulbra -

Universidade Luterana do Brasil, em Canoas (RS), tem um acervo que também não se destaca pelo tamanho, mas merece ser citado por conter uma valiosa coleção de minerais muito raros. São cerca de 200 peças, procedentes de aproximadamente 15 países, integrantes da Coleção Pércio de Moraes Branco, adquirida por aquele museu em 1996.

## 2.5 COLORTECA

A cor é um dos mais úteis atributos para caracterizar solos e sua determinação constitui importante fonte de informação para a pedologia (CAMPOS; DEMATTE, 2004). Rotineiramente, a cor é determinada no campo pela sua comparação visual com padrões existentes em cartas de cor (MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, 1975).

A cor do solo é função, principalmente, da presença de óxidos de Fe e matéria orgânica, além de outros fatores, tais como: a umidade e a distribuição do tamanho de partículas (FERNANDEZ; SCHULZE, 1992).

A coloração preta nos horizontes A, O ou H está relacionada com a predominância da matéria orgânica do solo. A coloração avermelhada no horizonte B indica a presença de óxidos de ferro hematita que ocorrem em ambientes com boa drenagem do solo. A coloração amarelada no horizonte B indica a presença de óxidos de ferro goethita que ocorre em ambientes mais úmidos com drenagem moderada. A coloração branca acizentada no horizonte B indica a presença de argilominerais sem a presença de óxidos de ferro. A coloração branca no horizonte E indica a predominância da areia rica em quartzo (CAMPOS; DEMATTE, 2004).

A coleção de cores do solo é chamada de colorteca, sendo uma excelente prática de educação ambiental, permitindo a sua relação com a mineralogia do solo e com a classificação de solos (LIMA, 2010).

## 2.6 UTILIZAÇÃO DOS AGROMINERAIS NA AGRICULTURA

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos, biocombustíveis e fibras do mundo. Porém, ao mesmo tempo, é altamente dependente da importação de matérias-primas para a formulação de fertilizantes químicos. Atualmente, o atendimento da demanda ocorre por meio da importação de 75% desses insumos. O

preço elevado dos insumos tem aumentado o custo de produção e diminuindo a lucratividade dos agricultores (PILON, 2016).

A necessidade de preservar o meio ambiente tem estimulado o aproveitamento, como fertilizantes e/ou condicionadores de solo, dos mais variados tipos de resíduos gerados em atividades agroindustriais ou urbanas, proporcionando também retornos econômicos e melhoria na qualidade física, química e microbiológica do solo (TEDESCO et al., 1999).

Desde o início da década de 1970, Leonardos et al. (1976) já sugeriam o uso de rochas para remineralizar os solos agrícolas e conseqüentemente reduzir o consumo de fertilizantes industriais. O uso de rochas moídas como fonte mineral com fins de fertilização do solo recebeu várias denominações como pó de rocha, rochagem, agrominerais e “*agrogeology*” (VAN STRAATEN, 2010).

O uso de rochas moídas como fertilizantes é amplamente difundido na agricultura orgânica, ou natural, pelo fato de ser um produto natural, que apresenta minerais de dissolução lenta, os quais podem contribuir com quantidades expressivas de nutrientes para as plantas e servir como condicionadores de solo, promovendo melhorias nas suas propriedades físicas ou físico-químicas, facilitando o desenvolvimento e a nutrição das plantas (ERHART, 2009).

Os pós de rochas foram incluídos apenas recentemente na legislação brasileira dos fertilizantes, pela lei nº 12.890, 10 de dezembro de 2013. A terminologia remineralizador foi conceituado como um material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, promovendo a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo (BRASIL, 2013).

Os remineralizadores podem ser oriundos de rochas de diversas origens e composições. Para que seja assegurada a funcionalidade e tenha-se parâmetro de garantia, tais materiais deverão apresentar as seguintes características mínimas e máximas: mínimo de 9% de soma de bases e 1% de óxido de potássio; máximo de 25% de SiO<sub>2</sub> livre presente no produto, 15 mg kg<sup>-1</sup> de As, 10 mg kg<sup>-1</sup> de Cd, 0,1 mg kg<sup>-1</sup> de Hg e 200 mg kg<sup>-1</sup> de Pb. Outro fator importante é a comprovação da eficiência agrônômica através de testes e pesquisa (BRASIL, 2016).

A dissolução dos pós de rocha é um processo muito lento e complexo. Depende de fatores como a composição química e mineralógica da rocha, da granulometria do

material, do tempo de reação, e de fatores do solo como o pH e a atividade biológica (VAN STRAATEN, 2010).

A eficácia do pó de rocha como fonte de nutrientes para o solo é questionada devido à baixa solubilidade e pela necessidade de aplicar grandes quantidades de pó de rocha ao solo para se obter respostas positivas (BOLLAND, BAKER, 2000).

Para que ocorra a liberação dos elementos que compõem as rochas, elas devem ser submetidas às alterações físicas e químicas. O intemperismo físico corresponde a uma desagregação da estrutura da rocha sem haver mudança na composição química, já a alteração química ocorre quando a estrutura dos minerais pertencentes às rochas é quebrada devido às substâncias ácidas do solo ou produzidas por microrganismos acelerando sua decomposição e liberando seus nutrientes minerais. (LUCHESE et al., 2002).

As pesquisas sobre a utilização de remineralizadores demonstram seus efeitos na correção da acidez do solo, na redução da adsorção de fósforo, no aumento da disponibilidade de fósforo, no aumento da capacidade de troca de cátions e no aumento da resistência a doenças.

A utilização do calcário como dolomita ou calcita tem como objetivo a correção do solo, objetivando a eliminação do alumínio tóxico em solos ácidos bem como o fornecimento de cálcio e magnésio no solo (MEURER, 2006). A utilização de outros tipos de rochas também pode atuar na correção da acidez do solo (PRIYONO et al., 2008; THEODORO et al., 2010).

Rochas consideradas básicas, como os basaltos, têm maior efeito alcalinizante, comparadas a rochas ácidas, como os granitos (CAMPBELL, 2009). No trabalho realizado por Batista (2013), foi observado uma regressão linear negativa, ou seja, de acordo que ocorreu o aumento da dose de pó de basalto o Alumínio trocável diminuiu (BATISTA, 2013). O fonólito, rocha silicática de origem vulcânica, apresenta também poder alcalinizante conforme observado (WILPERT et al., 2003).

Em várias partes do mundo, é comum a aplicação de silicato na forma de escórias antes da fosfatagem, visando entre outros benefícios corrigir a acidez do solo e promover a competição entre fósforo e silício com o intuito de melhorar a disponibilidade de fósforo para as plantas (CARVALHO et al. 2001; TISDALE et al., 1985; ROY et al., 1971).

A wollastonita é o silicato de cálcio muito utilizado em experimentações. As escórias siderúrgicas são as fontes de silício mais baratas e mais abundantes de



silicatos (KORNDÖRFER et al., 2003). A origem das escórias de siderurgia de ferro e aço está na reação a altas temperaturas do calcário ( $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$ ) com a sílica ( $\text{SiO}_2$ ) que está presente no minério de ferro. A solubilidade do silício nas escórias é bastante variável. Escórias de alto forno, normalmente apresentam maiores concentrações de silício, mas com menor solubilidade, enquanto as escórias de aciarias, apresentam concentrações menores de silício, mas com maior solubilidade (KORNDÖRFER et al., 2003).

A desSORÇÃO de fOSFATO por silicato foi significativa em alguns trabalhos desenvolvidos com variados solos e culturas (CARVALHO et al., 2000; MELO, 2005; MUAD et al., 2003; POZZA et al., 2007).

A utilização de pó da rocha fosfatada “apatita” rica em fOSFATO de cálcio tem sido pesquisada em vários estudos no Brasil e no mundo (CHIEN; MENON, 1995; RAJAN et al., 2004; HOROWITZ; MEURER, 2003; CORREA et al. 2005; GOMES et al. 2005; GONCALVES et al. 2008). Os resultados demonstram que a disponibilidade de fósforo às plantas é dependente da taxa de dissolução da rocha fosfatada. A dissolução é dependente da reação das partículas de fosfatos naturais com as substâncias ácidas do solo, da baixa disponibilidade de fósforo e cálcio no solo e da alta capacidade de absorção de cálcio e fósforo pela planta (KAMINSKI; PERUZZO, 1997; NOVAIS, SMYTH, 1999). Além da apatita, outras rochas podem ser fonte de fósforo. As pesquisas realizadas em basalto por ESCOSTEGUY; KLAMT (1998), MOTTA; FEIDEN, 1992; em rocha ultrabásica alcalina e brecha piroclástica por Ribeiro et al. (2010); e em outros seis tipos de rocha por Silva et al. (2012); em charnockito e gnaisse por Carvalho (2012) demonstraram aumento no teor de P disponível após a aplicação de pós de rocha.

Uma das maiores vantagens do pó de rocha é a disponibilidade em abundância e o baixo custo, além do aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), estudos feitos em solos tropicais mostram que a utilização de pó de rocha leva a um enriquecimento gradual dos solos, elevando a CTC.

No estudo feito por Gillman (1980) incubou por 12 meses pó de basalto no solo e observou aumento significativo no pH e na capacidade de troca de cátions, constatando que o efeito foi mais pronunciado com a diminuição da granulometria e o aumento do tempo de contato entre o material e o solo. Gillman et al. (2002) avaliaram o comportamento de sete solos de Queensland, na Austrália, incubados com doses

crescentes de pó de basalto (0, 1, 5, 25 e 50 t ha<sup>-1</sup>), tendo observado aumento no pH, na CTC e nos teores de cátions básicos.

O efeito do pó moído de basalto foi estudado por Escosteguy et. al (1998) nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho escuro e Argissolo Vermelho Amarelo no RS. As doses utilizadas (0, 5, 10, 25, 50, 100 T ha<sup>-1</sup>) foram incubadas e analisadas aos 30, 150 e 300 dias de incubação. As doses de 50 e de 100 t ha<sup>-1</sup> de basalto moído proporcionaram maiores aumentos nas concentrações de K, de Ca e de Mg dos solos estudados, mas os acréscimos observados não foram suficientes para atingir valores considerados adequados.

Avaliando os atributos químicos de um latossolo vermelho amarelo sob cultivo de soja e sorgo submetido ao uso de diferentes doses de basalto moído (0,0; 0,96, 1,92, 3,84, 5,76, 7,68 T ha<sup>-1</sup>). Segundo Batista et al (2016), o pó de basalto diminui a acidez do solo, bem como, proporciona aumento nos teores de cálcio, fósforo e silício.

Estudos conduzidos por Melo et al. (2012) sobre o efeito das doses de basalto moído em propriedades químicas de um Latossolo Amarelo em Roraima. As doses utilizadas (0, 12, 24, 48 e 96 T ha<sup>-1</sup>) foram incubadas por 180 dias. As doses de basalto apresentaram alta eficiência para a neutralização da acidez potencial. A adição do basalto moído proporcionou incremento nos teores de Zn, Fe e Cu no solo com o tempo de incubação.

A utilização de granodiorito como fonte de potássio para as plantas já foram estudadas por vários pesquisadores. GUEDES (2018) avaliou o efeito da aplicação de cinco doses de granodiorito gnaissico (0, 2, 4, 8, 12 t ha<sup>-1</sup>) nos teores de potássio no solo, nos teores de potássio no tecido vegetal e na produtividade do morango. A dose máxima de eficiência técnica foi obtida com a utilização de 7,7 T ha<sup>-1</sup>. GONCALVES et al. (2016) avaliaram o efeito da aplicação superficial de 6 T ha<sup>-1</sup> de granodiorito no campo nativo no RS, os resultados demonstraram que não houve resposta a utilização do granodiorito na produção de massa seca e nos teores de potássio da parte aérea.

Os microrganismos do solo, como fungos e bactérias, também são alvos de pesquisas, devido ao potencial que apresentam no processo de solubilização das rochas e liberação de nutrientes, interferência da rizosfera e outras atividades biológicas podem aumentar a dissolução de minerais por meio da liberação de íons de hidrogênio (H<sup>+</sup>) e da complexação realizada por compostos orgânicos que reagem com as superfícies dos minerais (KÄMPF et al., 2009).

Além disso, adição de rochas ou minerais silicatados contribui com aumento da resistência a pragas e doenças. Isso se deve ao aumento nos teores de silício nas folhas, o qual forma uma camada de silício abaixo da epiderme da folha, aumentando a resistência a introdução do aparelho bucal das pragas e a infecção de fungos (CAI et al. 2008; NERI, 2006; NOLLA, et al. 2006).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Criar um banco geológico na Uergs – Unidade de Santana do Livramento para que este sirva como material didático em disciplinas que utilizem a mineralogia como base para o curso de Agronomia.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICO**

- Criar de um banco de rochas e minerais e uma colorteca
- Ofertar um curso de extensão sobre a relação das rochas e minerais com a Remineralização do Solo, a qual possibilitará a inserção da comunidade em geral, especialmente alunos e professores do ensino fundamental e médio.
- Avaliar através de curso de extensão sobre remineralizadores o potencial do banco geológico utilizado como material didático.
- Inserção e protagonismo dos discentes participantes na criação do banco de rochas e da colorteca e do curso de extensão, contribuindo na formação acadêmica profissional do mesmo através de experiências orientadas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO ACERVO DE ROCHAS E MINERAIS

Para realizar a coleta e identificação de rochas e minerais, o projeto se desenvolveu através de três etapas integradas; pesquisa bibliográfica, manuseio cartográfico e trabalhos de campo.

A pesquisa bibliográfica consistiu na reunião de dados e informações de publicações científicas em periódicos, livros, anais de congresso, entre outros, transcrevendo as ideias da área da geologia, geografia, paleontologia e arqueologia, que trabalham com a temática de banco geológico e mineralogia com enfoque na agricultura. As informações levantadas foram utilizadas para caracterização do material encontrado *in loco*. Assim, a construção de uma ficha de identificação dos materiais coletados nos trabalhos de campo e doações. Em cada ficha foi descrita as seguintes características: origem, tipo, composição e utilização agrícola.

O manuseio cartográfico constituiu na consulta das cartas temática de geologia, geomorfologia de solos da região, utilizando o acervo do Serviço Geológico do Brasil. Essa etapa teve por objetivo elaborar roteiros para os trabalhos de campo, e assim garantir uma diversidade de estruturas rochosas que serviram para se obter uma ampla amostragem de rochas e minerais no momento da coleta.

Já o trabalho de campo estabeleceu em visitas a campo, definidas no decorrer do desenvolvimento do projeto de ensino, sendo coletas as amostras de rochas, minerais e perfis de solo dos diversos tipos e formações. Nesta etapa também contou com as doações de amostras arrecadadas de alunos, membros da comunidade, colecionadores e/ou estudiosos da área.

### 4.2 MONTAGEM DE BANCO DE ROCHAS MINERAIS E COLORTECA

A exposição do material coletado foi feita em vitrine de vidro (Figura 1) nas dependências da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul na unidade de Santana do Livramento.

Figura 1: Prateleiras de vidro



Fonte: Autor (2019)

Essa construção se desenvolveu em duas etapas, fixação das prateleiras de vidro e acomodação do acervo nas prateleiras de vidro.

Para a construção das prateleiras, foram adquiridas duas peças de vidro no comércio local com as seguintes dimensões: 90cm de largura, 1cm de altura e 15cm de profundidade. Para a fixação das prateleiras de vidro foi utilizado seis conjunto parafuso de aço inox com bucha de nylon e suporte para prateleira do tipo tucano cromado.

O acervo foi acomodado em prateleiras (Figura 2), as rochas foram espalhadas sobre a superfície de forma que facilite a visualização das mesmas.

Figura 2: Prateleira com o acervo



Fonte: Autor (2019)

A colorteca foi oriunda de uma doação de um grupo de alunos que preparou o material no mesmo ano. Para a classificação das cores foi utilizado a carta de Musell Digitalizada

#### 4.3 CURSO SOBRE A IMPORTÂNCIA DOS REMINERALIZADORES

##### 4.3.1 Como foi Criado e Ministrado

O curso foi criado em duas etapas: pesquisa literária e confecção de material didático. A pesquisa literária foi baseada em artigos científicos, anais de congressos, livros e todo acervo digital relacionado a temática remineralizadores de solo. A confecção do material didático seguiu-se baseado na revisão literária, utilizando os minerais e rochas presentes no banco geológico.

O curso foi ministrado em duas ocasiões, para os colegas de sala de aula no ano de 2018 e na 3ª Semana Acadêmica Integrada. Com a temática de “Introdução aos Métodos de Aplicabilidade do Pó de Rocha”. A carga horaria do curso foi de duas horas e foi ministrado na Uergs, contava com o acervo de rochas até então coletadas, e apresentações em Power Point e material áudio visual.

##### 4.3.2 Indicadores Avaliativo do Curso de Remineralizadores e do banco Geológico

No final de cada curso foi aplicado um questionário de múltipla escolha. Essa avaliação, compreendia cinco graus de resposta em relação as seguintes questões indicadoras avaliadas (ia): 1) Conhecimento do ministrante sobre o assunto, 2) Qualidade do Material didático utilizado, 3) Emprego do material didático, 4) Expectativa atingida ao final do curso e 5) Recomendação do curso para outras pessoas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSÃO

### 5.1 BANCO GEOLÓGICO

O banco geológico foi constituído pela presença de rochas e minerais, os quais encontram-se na Tabela 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Lista de rochas presente no banco geológico

Rochas	Número de exemplares
Granito	2
Riodacito	2
Basalto	2
Arenito	2
Argilito	1
Biogênica	1
Calcário	1
Carvão	1
Folhelho betuminoso	1
Marmore	1

Fonte: Autor 2019

A rocha de origem magmática intrusiva coletada foi o Granito (Figura 3). Essa rocha encontram-se em grande abundância no Escudo Sul-Rio-Grandense, localizado na parte centro-sul do estado (STRECK et al. 2018).

Figura 3: Granito

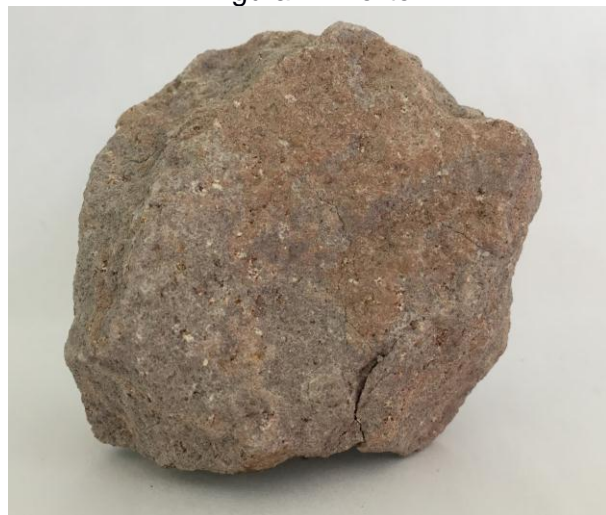


Fonte: Autor (2019)

O granito apresenta textura fanerítica (minerais visíveis a olho nu). Os minerais presente são o quartzo, a mica e o feldspato potássico ( LEIZ; AMARAL, 1978). Esse mineral é muito utilização para produção de brita e paralelepipedo para a construção civil. Os resíduos gerados nesse processo poderão ser utilizados como remineralizadores, já que apresentam ser uma fonte de potássio (4%  $K_2O$ ).

A rocha de origem magmática extrusiva coletada foi o Riolito e o Basalto (Figura 4 e 5, respectivamente).

Figura 4: Riolito



Fonte: Autor (2019)

O Riolito é encontrado principalmente na região do planalto gaúcho. Apresenta textura afanítica (minerais não visíveis a olho nú). Os minerais presentes são o quartzo e o feldspato Na-Ca. Os solos oriundos de Riolito apresentam textura argilosa, com CTC média a alta (STRECK ET AL. 2018).



Figura 5: Basalto



Fonte: Autor (2019)

As rochas basálticas encontram-se situadas na porção nordeste do estado a altitudes de até 1000m, gradualmente caindo até menos de 100m na porção oeste do estado, na zona da campanha (STRECK et al. 2008). No município de Santana do Livramento, a paisagem é composta por Neossolos Litólicos nas partes mais altas onde ocorre menor penetração de água, e Vertissolos Ebânicos ou Chernossolos Ebânicos nas áreas planas ou abaciadas do relevo.

O basalto apresenta textura afanítica (com minerais pequenos não reconhecíveis a olho nu). Os minerais presente são a olivina, piroxênio e plágioclásio (BRANCO, 2015). Esse mineral é muito utilizado para produção de brita e paralelepípedos para a construção civil. Além disso, são resíduos gerados do processo de extração da pedras preciosas cujas gemas encontram-se nos municípios de Aceguá e Ametista do Sul, RS. Assim como o granito, esses resíduos poderão ser utilizados como remineralizadores pois são constituídos principalmente por elementos químicos ferro-magnesianos.

As rochas de origem sedimentar coletadas foram o arenito, siltito, argilito, dolomita e folhelho betuminoso. Essas rochas têm por origem a alteração (intemperização) de rochas pré-existentes e a erosão, o transporte e a deposição dos sedimentos produzidos (FANNING; FANNING, 1989).

O arenito (Figura 6) é classificado como rocha sedimentar clástica, pois é resultado na deposição mecânica do quartzo, feldspatos e óxidos de ferro. No município de Santana do Livramento, o Argissolo vermelho e o Alissolo são formados a partir do arenito.

Figura 6: Arenito



Fonte: Autor (2019)

Os solos oriundos de arenito apresentam predominância da textura arenosa no perfil do solo, resultando em solos com baixa fertilidade química, baixo teor de matéria orgânica do solo e baixa capacidade de armazenamento de água (BRANCO 2016).

O argilito (Figura 7) é classificado como rocha sedimentar clástica, apresentando granulometria fina, sendo constituído por micas e argilominerais.

Figura 7: Argilito



Fonte: Autor (2019)

Os solos oriundos de argilito apresentam predominância de textura argilosa no horizonte B, apresentando elevada CTC e saturação de bases variável.

As rochas sedimentares biogênicas (Figura 8) são formadas por materiais gerados por organismos vivos, como corais, moluscos e foraminíferos, que cobrem o fundo do oceano com camadas de calcite que podem mais tarde formar calcários.

Figura 8: Biogenica



Fonte: Autor (2019)

O calcário (Figura 9) é classificado como rocha sedimentar química, pois é resultado da precipitação de soluções ricas em cálcio e magnésio que resulta na formação dos minerais calcita e dolomita. Essa rocha encontra-se em abundância no escudo sul-riograndense, onde encontra-se a presença de várias indústrias de calcário no município de Caçapava do Sul, RS.

Figura 9: Calcário



Fonte: Autor 2019

O calcário é utilizado na agricultura com objetivo principal de corrigir a acidez do solo e a presença do alumínio tóxico, o que permite um melhor desempenho das espécies de plantas (MEURER, 2006).

O carvão e o folhelho betuminoso são classificados como rocha sedimentar orgânica.

Figura 10: Carvão



Fonte: Autor (2019)

O carvão (Figura 10) é formado pela acumulação de restos orgânicos, formando detritos vegetais humificados, com uma variabilidade de 75 a 90% de carbono, sendo denominada também de rocha carbonosa (SANTOS, 2010).

O folhelho betuminoso (Figura 11) é classificado como rocha sedimentar orgânica, sendo formada pela acumulação de restos orgânicos. É constituída por hidrocarbonetos.

Figura 11: Folhelho Betuminoso



Fonte: Autor (2019)

O folhelho betuminoso ou mais conhecido por xisto betuminoso vem sendo explorado para obtenção de gás e água principalmente (PETROBRAS 2010)

O folhelho betuminoso é uma rocha sedimentar do tipo oleígena, normalmente argilosa, que contém betume e querogênio, um complexo orgânico que se decompõe termicamente e produz óleo e gás. Ao ser submetido a temperaturas elevadas, o xisto libera um óleo semelhante ao petróleo, água e gás, deixando um resíduo sólido contendo carbono. O folhelho betuminoso é considerado, mundialmente, a maior fonte em potencial de hidrocarbonetos.

Os rejeitos economicamente aproveitáveis após a mineração do xisto são: Calxisto: rocha carbonatada, denominada marga dolomítica, empregada na agricultura para corrigir a acidez do solo. Cinzas de xisto: utilizadas como insumo para a produção de cimento; Torta oleosa: combustível sólido alternativo à lenha e ao carvão mineral; Finos de xisto: utilizados como combustível e em cerâmica; Água de retortagem: utilizada na produção de adubo e defensivos agrícolas.

A rocha de origem metamórfica coletada foi o mármore (Figura 12). As rochas metamórficas são oriundas das rochas ígneas ou sedimentares, as quais por movimentos da crosta terrestre (ligados principalmente aos deslocamentos das placas tectônicas), podem ser levadas a partes mais profundas da crosta, onde encontram pressões extremas, acompanhadas geralmente por temperaturas elevadas e frequentemente pela adição de novas substâncias químicas. Nesse ambiente, os minerais, sem sofrerem fusão, recristalizam-se e deformam-se (BAUCHER; GRAPES 2010).

Figura 12: Mármore



Fonte: Autor (2019)

O mármore é uma rocha oriunda da transformação do calcário. Apresenta na sua constituição os minerais dolomita ou calcita e não apresenta aspecto bandado ou foliado.

Os minerais presentes em formas concentradas no banco geológico encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Lista de minerais presente no banco geológico

Minerais	Número de exemplares
Quartzo	1
Ametista	1
Mica	1
Olivina	1

Fonte: Autor 2019

O quartzo (Figura 13) é um tectossilicato que participa da composição de todos os tipos de rochas, ígneas ácidas (granitos), sedimentares (arenitos) e metamórficas (gnaisses, xistos e quartzitos).

Figura 13: Quartzo



Fonte: Autor 2019

Sua grande resistência à alteração intempérica faz com que se concentre no solo, na fração areia, compondo o esqueleto da maioria dos solos; por outro lado, devido a sua composição muito simples ( $\text{SiO}_2$ ), não contém nutrientes para as plantas.

A ametista (Figura 14) ocorrem em geodos no interior de derrames de basalto na Formação de Serra geral no RS. Os geodos de pedra ametista surgiram há aproximadamente 120-130 milhões de anos atrás.

Figura 14: Ametista



Fonte: Autor (2019)

O basalto se originou a partir do derrame de lava de erupções vulcânicas. Acredita-se que esse derrame ocorreu em uma área de aproximadamente 2.000.000 km<sup>2</sup> identificada principalmente no Sul do continente Americano. Anos depois desse derrame a lava começou esfriar, bolhas de gases ficaram retidas diante do resfriamento e solidificação da camada superficial, estas bolhas deram origem aos geodos a temperaturas de próximas a 1.000°C. O preenchimento com cristais é decorrência da cristalização da sílica presente nas águas de origem termal que preencheram os geodos de forma lenta a temperaturas próximas a 100°C. O ferro e o magnésio são os elementos que dão à coloração violeta a pedra ametista, quanto maior for essa quantidade retida maior será a coloração e mais forte (BRANCO 2014)

A Mica é um filossilicato que acompanham os feldspatos e quartzo nas rochas ígneas (principalmente os granitos), formando-se tanto na diagênese das rochas sedimentares (ilita), bem como no metamorfismo dessas, compondo minerais essenciais de rochas metamórficas como xistos e gnaisses. A mica é denominada de biotita (coloração preta) e a muscovita (coloração branca) contém alto teor de K, constituindo uma importante fonte potencial desse nutriente para as plantas (K não trocável).

A olivina (Figura 15) é encontrada nas rochas ígneas ultrabásicas, sendo um mineral muito facilmente intemperizável. É considerada um mineral ferro-magnésiano devido a presença desses elementos químicos na sua molécula.

Figura 15: Olivina



Fonte: Autor (2019)

Além das rochas e minerais, encontra-se na exposição uma colorteca onde é possível observar a coloração dos solos. A coloração do solo apresentada pelos solos constitui uma das maneiras mais primitivas em identificá-los. Com essa propriedade a função de caracterização do material de origem do solo e das condições climáticas predominante. Filósofos gregos e romanos que viveram antes da Era Cristã, já classificavam os solos pela sua coloração. Hoje com o advento de metodologias para estudo em solos sabe-se outros atributos como matéria orgânica, óxidos de ferro e outras propriedades químicas, no entanto a coloração está intimamente relacionada aos constituintes do solo (TEIXEIRA et al. 2009).

A amostra representada pela Figura 16 apresenta a coloração preto acastanhado e segundo a carta de Munsell apresenta matiz 5 YR, valor 2 e croma 2. Essa coloração indica a presença da matéria orgânica do solo, o qual é formada pela humificação dos restos animais e vegetais acumulados ao longo do tempo de formação do solo.



Figura 16: Amostra da cor preto acastanhado



Fonte: Autor (2019)

A amostra representada pela Figura 17 apresenta a coloração avermelhada escura e segundo a Carta de Munsell apresenta matiz 2,5 TR, valor 2 e croma 3. Essa coloração indica a formação de óxidos de ferro hematita, o qual é formado em ambientes com boa aeração.

Figura 17: Amostra da cor avermelhada escura



Fonte: Autor (2019)

A amostra representada pela Figura 18 apresenta a coloração cinza oliva escuro e segundo a carta de Munsell apresenta matiz 5 YR, valor 5, e croma 1. Essa coloração indica a formação de argilominerais em ambientes má drenados, com a retirada do ferro no perfil do solo.

Figura 18: Amostra da cor cinza oliva claro



Fonte: Autor (2019)

A amostra representada pela Figura 19 apresenta a coloração amarelada e segundo a carta de Munsell apresenta matiz 2.5 Y com valor 8 e croma 3. Essa coloração indica a formação de óxidos de ferro goethita, o qual é formado em ambientes imperfeitamente drenados.

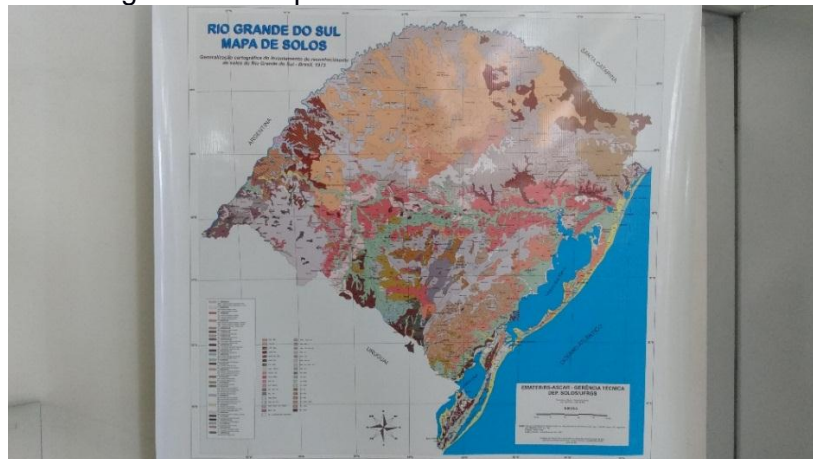
Figura 19: Amostra da cor amarelo claro



Fonte: Autor (2019)

Para facilitar a relação das rochas e minerais com os solos do RS, foi impresso o mapa de Solos do RS (Figura 20) e exposto ao lado do banco de rochas e minerais. Além disso, pretende-se dispor o atlas geológico do RS.

Figura 20 – Mapa de solos do Rio Grande do Sul



Fonte: Autor (2019)

## 5.2 INTERPRETAÇÃO DO INDICADORES AVALIATIVOS SOBRE O CURSO DE REMINERALIZADORES E BANCO GEOLÓGICO

Os resultados sobre a pesquisa de satisfação do curso de remineralizadores e do banco geológico são encontrados na Tabela 3.

Em relação ao questionamento sobre o conhecimento do ministrante sobre o assunto (IA1), 58% dos participantes acharam excelente e 38% disseram que foi bom. Segundo Pimenta et al. (2005) os saberes didáticos são imprescindíveis para o ensino, a presença do banco geológico e dos remineralizadores na forma de basalto e granodiorito gnaissico contribuiu para a formação do saber.

Tabela 3 – Resultado da pesquisa de satisfação dos alunos que participaram do curso sobre remineralizadores. Indicador Avaliativo (IA). Resultados estão em porcentagem.

	Péssimo	Ruim	Médio	Bom	Excelente
IA (1)			4	38	58
IA (2)				3	97
IA (3)				2	98
IA (4)					100
IA (5)					100

Fonte: Autor 2019

O segundo indicador abordado foi em questão à qualidade do material didático utilizado (IA2), onde 97% dos participantes acharam que a qualidade do material utilizado foi excelente. Esse material faz parte da disciplina de Introdução a Ciência do Solo ofertada no curso de Agronomia e vem sendo revisado ao longo dos anos,

resultando numa melhoria ao longo do tempo. A disponibilidade e a qualidade do material didático pode estabelecer condições ideais para a ativação do processo da aprendizagem (D'Ávila, 2012).

O terceiro indicador refere-se ao emprego do material didático (IA3), onde 98% dos participantes acharam excelente. Assim como a qualidade do material didático, a utilização do mesmo vem sendo aperfeiçoada ao longo do curso de Agronomia. Evidenciou-se também que em alguns momentos a necessidade de praticar a sugestão de Brauer (2012) de que “É importante ‘recapturar’ a atenção dos participantes a cada 15 ou 20 minutos”. Apesar de trocar varias vezes o foco do curso entre material digital e material físico em algum momento pode-se notar que alguns participantes perdiam a atenção por alguns instantes.

O quarto indicador refere-se a expectativa atingida ao final do curso, onde 100% dos participantes acharam excelente. Isso pode ser atribuído ao ministrante do curso que pode atuar como mediador na construção do conhecimento (Rodrigues et. al 2012). Além disso, deve-se considerar o interesse e a interação dos participantes durante as aulas do curso.

O quinto indicador refere-se a indicação do curso para outras pessoas, onde 100% dos participantes recomendariam que indicariam o curso. Entretanto, o ministrante deve buscar novos conhecimento práticos e teóricos objetivando a melhoria do curso.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A exposição de rochas, minerais e colorteca como material didático tem grande importância na fixação de conteúdos teóricos.

Alunos e futuros alunos do curso de Agronomia poderão usufruir do material nos próximos anos, no entanto a coleção deve abranger novos horizontes, mais minerais e rochas deverão compor o banco geológico. Dessa forma, este trabalho foi só o início, dependendo do empenho e colaboração dos alunos e futuros alunos para enriquece-lo e aprimora-lo, e assim contribuir para futuras pesquisas no meio acadêmico.

No momento da identificação dos cromas e matriz das peças que compõem a colorteca faltou a carta de mussel física.

Muito se discute sobre a extensão universitária, um ponto faltante no trabalho foi de estender o curso sobre remineralizadores para a sociedade do município de

Santana do Livramento. No entanto, o material coletado e identificado está à disposição de toda a comunidade.

A ciência do solo, muitas vezes complicada, pode sim ser exposta de forma simples e de fácil compreensão, basta a dedicação e utilização das ferramentas certas.

## REFERENCIAS

AZEVEDO, A. C.; VIDAL-TORRADO, P. **Esmectitas, vermiculita, minerais com hidróxi entrecamadas e clorita**. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds.). Química e Mineralogia do Solo. Viçosa - MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p. 381-426.

BATISTA, N.T.F; **Atributos Químicos Do Solo E Componentes Agronômicos Na Cultura Da Soja Pelo Uso Da Rochagem**. 2013.

BATISTA, N. F. F.; RAGAGNIN, V. A.; HACK, E.; GORGEN, A. L.; MARTINS, E. de S. Atributos químicos de um latossolo vermelho amarelo sob cultivo de soja e sorgo submetido ao uso de basalto moído. In: Congresso Brasileiro de Rochagem, 3, 2016, Pelotas. **Anais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Cerrados; Assis, SP: Triunfal, 2017. p. 241-247.

BAUCHER, K; GRAPES, R. **Petrogenesis of Metamorphic Rocks**. 8<sup>o</sup> ed. 2010. 428p

BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V. **Dinâmica do nitrogênio no solo, pré-culturas e o manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho em plantio direto**. In: FONTOURA, S.M.V.; BAYER, C. editores. Manejo e fertilidade de solos em plantio direto. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária; 2006.

BOLLAND, M.D.A., & BAKER, M.J. Powdered granite is not an effective fertilizer for clover and wheat in sandy soils from Western Australia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, p. 59-68, 2000.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **The nature and properties of soils**. 12.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 881p.

BRANCO, M. **Cristais**. Porto Alegre. Companhia Rio-grandense de Mineração CPRM. 2014. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Cristais-2715.html> acesso em: 07/01/2020

BRANCO, M. **Rochas**. Porto Alegre. Companhia Rio-grandense de Mineração CPRM. 2016. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Rochas-1107.html> acesso em: 07/01/2020

BRASIL. Lei no 12890, de 10 de dezembro de 2013. Altera a Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado a agricultura. **Lei de Remineralizadores**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm). Acesso em: 29 ago. 2019.

BRASIL. Instrução Normativa no 5, de 10 de março de 2016. **Remineralizadores e Substratos**: MAPA. Seção 1, p. 10-11.

BRAUER, Markus. **Ensinar na universidade: conselhos práticos, dicas, métodos pedagógicos**. Tradução de Marcos Marcionilo. São Paulo: Parábola Editorial, 2012.

CAI, K.; GAO, D.; LUO, S.M.; ZENG, R.; YANG, J.Y.; ZHU, X.Y. Physiological and cytological mechanisms of silicon-induced resistance in rice against blast disease. **Physiologia Plantarum**, v.134, p.324-333, 2008.

CAMPBELL, N. S. **The use of rockdust and composted materials as soil fertility amendments**. 2009. 402 p. Thesis (Ph.D. in Philosophy) - University of Glasgow, Glasgow, 2009.

CAMPOS, R.C.; DEMATTÊ, J.A.M. **Cor do solo: uma abordagem da forma convencional de obtenção em oposição à automatização do método para fins de classificação de solos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, n.5, 2004.

CARVALHO, A.M.X. **Rochagem e suas interações no ambiente solo: contribuições para aplicação em agroecossistemas sob manejo agroecológico**. Vicosá, Universidade Federal de Vicosá, 2012. 129p. (Tese de Doutorado).

CARVALHO, R.; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N.; FERNANDES, L. A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. C. Dessorção de fósforo por silício em solos cultivados com eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.24, p.69-74, 2000.

CORRÊA, R.M.; NASCIMENTO, C.W.A. do; SOUZA, S.K. de S; FREIRE, F.J.; SILVA, G.B. da. Gafsa rock phosphate and triple superphosphate for dry matter production and P uptake by corn. **Scientia Agricola**, v.62, p.159-164, 2005.

CARVALHO, R.; FURTINI NETO, A. E.; SANTOS, C. D.; FERNANDES, L. A.; CURI, N.; RODRIGUES, D. C. Interações silício fósforo em solos cultivados com eucalipto em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.36, p.557-565, 2001.

CHIEN, S.H. & MENON, R.G. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. **Fert. Res.**, 41:227-234, 1995.

COSTA, A.C.S.; BIGHAM, J.M. Óxidos de ferro. In: Química e Mineralogia do solo. 1ª ed. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2009, v.1, p.5205-572.

D'ÁVILA, C. M. Didática: a arte de formar professores no contexto universitário. In: D'ÁVILA, C. M; VEIGA, I. P. A. (org.). **Didática e docência na educação superior: implicações para a formação de professores**. Campinas: Papyrus, 2012.

DIXON, J.B.; WEED, S.B. Minerals in Soil Environments. 2ª ed. **Madison: SSSA**, 1989. 1244p.

ERHART, J. 2009. **Efeito do pó de basalto nas propriedades químicas do Solo e nutrição da videira Cabernet sauvignon**. Lages SC. (Dissertação Mestrado) - Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC 71p.

ESCOSTEGUY, P.A.V. & KLANT, E. Basalto moído como fonte de nutrientes, **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 22:11-20, 1998.

FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. **SOIL: morphology, genesis and classification**. New York: J. Wiley, 1989a. 395p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Status of the world's soil resources: main report**. Rome: FAO, ITPS, 2015. 608 p.

FERNANDEZ, R.N. & SCHULZE, D.G. Munsell colors of soils simulated by mixtures of goethite and hematite with kaolinite. **Zeitschrift. Pflanzenernähr Bodenk**, 155:473-478, 1992.

FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 23: 507-514, 1999.

FONTOURA, S.M.V. & BAYER, C. **Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região Centro-Sul do Paraná**. Guarapuava, Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2008. 32p.

FONTES, L.E.F., MUGGLER, C.C. Educação não formal em solos e o meio ambiente: desafios na virada do milênio. In: **CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO**, 14., 1999, Pucón (Chile). Resúmenes... Temuco: Universidad de la Frontera, 1999. p. 833.

GILLMAN, G.P. **The effect of crushed basalt scoria on the cation exchange properties of a highly weathered soil**. Soil Sci. Soc. Am. J., 44:465-468, 1980.

GILLMAN G.P. Burkett D.C. Coventry R.J. 2002. **Amending highly weathered soils with finely ground basalt rock**. Applied Geochem, 17:987-1001.

GOMES, A. Da S.; FERREIRA, L.H.G.; BENDER, R.R. **Uso de fosfato natural no cultivo de arroz, soja e milho em rotação, no sistema plantio direto**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 35p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20).

GONCALVES, G.K.; SOUSA, R.O. de.; BORTOLON, L. Solubilização dos fosfatos naturais Patos de Minas e Arad em dois solos alagados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [online]. 2008, vol.32, n.5, pp.2157-2164.

GONÇALVES, G.K.; DAMBROS, E.; POZZEBON, N.J. ; GUEDES, K. Dos S. BARONI, F.M.; CALEFFI, H.V.; AGUER, J.L.T.; MENEZES, L. De M. JACOBSEN, F.L. Melhoramento do campo nativo com a utilização da rochagem. In: Congresso Brasileiro de Rochagem, 3, 2016, Pelotas. **Anais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Cerrados; Assis, SP: Triunfal, 2017. p. 275-280

GUEDES, K. dos S. **Utilização do granodiorito gnaissico como fonte de potássio na produção de morango**. TCC- UERGS. P.65, 2019.



HOROWITZ N & MEURER EJ. 2003. **Eficiência de dois fosfatos naturais farelados em função do tamanho da partícula**. Ciência Rural 33: 41-47.

KAMINSKI, J.; PERUZZO, G. **Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo**. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 31p. (Boletim Técnico, 3).

KÄMPF, N.; SCHNEIDER, P.; MELO, P.F. Alterações mineralógicas em sequência Vertissolo-Litossolo na região da campanha no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 19: 349-357, 1995.

KÄMPF, N.; CURTI, N. **Argilominerais em solos brasileiros**. In: CURTI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.; ALVAREZ, V.H., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, Mg, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 1-54p.

KÄMPF, N.; CURTI, N.; MARQUES, J. J. Intemperismo e ocorrência de minerais no ambiente do solo. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Ed.). **Química e mineralogia do solo: conceitos básicos**. Viçosa, MG: SBCS, 2009. v. 1, p. 333-379.

KÄMPF, N.; SCHNEIDER, P.; MELO, P.F. Alterações mineralógicas em sequência Vertissolo-Litossolo na região da campanha no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 19: 349-357, 1995.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício: solo, planta e fertilizantes**. Uberlândia: UFU, 2004. v. 1. 50 p. (Boletim Técnico 2).

LE MAITRE, R.W. **A classification of igneous rocks and glossary of terms**. Blackwell Sci. Publ., Oxford, 193p.

LEONARDOS, O. H.; FYFE, W. S.; KROMBERG, B. **Rochagem: método de aumento de fertilidade em solos lixiviados e arenosos**. Congr. Bras. Geol. Ouro Preto. **Anais**. SBG. p. 137-145, 1976.

LEINZ, V. & AMARAL, S.E. **Geologia Geral**. 11ª ed. São Paulo: Editora Nacional, 1989. 399p.

LIMA, M. R. **Experimentoteca de solos** – Coleção de cores de solos. Projeto Solo na Escola – Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR. 2010. Disponível em: <<http://sbc.solos.ufv.br/solos/material/experimentotecasolos9.pdf>>. Acesso em: 19.jun.2019.

LIMA, M.R. **Uma análise das classificações de solo utilizadas no ensino fundamental**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Projeto de Extensão Universitária Solo na Escola, 2004. Disponível em: <<http://www.escola.agrarias.ufpr.br/Analiseclassificacaosolos.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2019.

LIMA, V.C; M.C de LIMA; MELO, V.F. **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

LUCHESE, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo, teoria e prática**. 2ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2002. 182 p.

MELO, V. de F.; WYPTCH, F. Caulinita e Haloisita. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds.). **Química e Mineralogia do Solo**. Viçosa - MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p. 427-504.

MELO, S. P. **Silício e fósforo para estabelecimento do capim-marandu num Latossolo Vermelho-Amarelo. Piracicaba**, 2005. 110p. (Tese doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

MELO, V.F.; UCHOA, S.C.P.; DIAS, F.de O.; BARBOSA, G.P. **Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da savana de Roraima**. Acta Amazônica, v. 41, p. 471-476, 2012.

MEURER, E.J. **Fundamentos de química do solo**. 3ª Ed. Porto Alegre: Genesis, 2006. 285p.

MOTTA, A.C.V. & FEIDEN, A. Avaliação do P em LE submetido a diferentes doses de basalto. **Agrárias**, 12:47-54, 1992.

MUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSSIOL, C. A. C.; CORRÊA, J. C. **Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 867-873. 2003.

MUNSELL SOIL COLOR COMPANY. Munsell soil color charts, Baltimore, 1975. 1v. 117p.

NERI, D. K. P. **Efeito do silício na resistência de plantas de milho a Rhopalosiphum maidis (Fich.) (Hemiptera: Aphididae) e sua interação com inseticida no controle de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2006. 68 p. (Tese Doutorado) em Agronomia/Entomologia - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

NOLLA A, KORNDÖRFER GH, COELHO L (2006) Efficiency of calcium silicate and carbonate in soybean disease control. **Journal of Plant Nutrition** 29:2049- 2061.

NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. **Fósforo em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 399 p.

PETROBRAS. SIX: **Unidade de Negócio da Industrialização do Xisto**. Disponível em: [www.petrobras.com.br/minisite/refinarias/petrosix/index.asp](http://www.petrobras.com.br/minisite/refinarias/petrosix/index.asp). Acesso em: 12 out. 2010.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, 2005.

PILON, C.N. Dos pós de rocha aos remineralizadores: passado, presente e desafios. In: Congresso Brasileiro de Rochagem, 3, 2016, Pelotas. **Anais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Cerrados; Assis, SP: Triunfal, 2017. p. 15-22.

POZZA, A. A. A.; CURI, N.; COSTA, E. T. de S.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J. G. de S. e M.; MOTTA, P. E. F. da. **Retenção e dessorção competitiva de ânions inorgânicos em gibbsita natural de solo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, vol.42, n. 11, 2007.

PRIYONO, J.; GILKES, R. J. High-energy milling improves the effectiveness of silicate rock fertilizers: a glasshouse assessment. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 39, n. 3, p. 358-369, June 2008.

RAIJ, B.van. **Gesso na agricultura**. Campinas, Instituto Agronômico, 2008. 233p.

RAJAN, S.S.S.; CASANOVA, E. & TRUONG, B. **Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rocks, with a case-study analysis**. In: ZAPATA, F. & ROY, R.N., eds. Use of phosphate rocks for sustainable agriculture. Roma, FAO, 2004. p.41-57.

RIBEIRO, L. S.; SANTOS, A. R. dos; SOUZA, L. F. S.; SOUZA, J. S. Rochas silicáticas portadoras de potássio como fonte de nutriente para as plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 34, n.3, 2010, p. 891-897.

Rodrigues F.C.;Gazire E.S **Reflexões sobre uso de material didático manipulável no ensino de matemática: da ação experimental à reflexão**. In: Revemat: R. Eletr. de Edu. Matem. eISSN 1981-1322. Florianópolis, v. 07, n. 2, p. 187-196, 2012.

ROY, A. C.; ALI, M. V.; FOX, R. L.; SILVA, J. A. **Influence of calcium silicate on phosphate solubility and availability in Hawaiian latossols**. In: SYMPOSIUM ON SOIL FERTILITY AND EVALUATION, 1971, Honolulu. Proceedings... New Delhi: University of Hawaii, 1971. p. 756-765.

SANTOS, M.M. dos. **Xisto: um estudo de viabilidade econômica para o Brasil**. Program de Pós-Graduação em Energia. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 218p.

SATO, M. **Educação ambiental**. São Carlos, RiMa, 2003. 66p.

SCHWERTMANN, U.; KÄMPF, N. Properties of goethite and hematite in kaolinitic soils of southern and central Brazil. **Soil Sci.**, 139: 344-350, 1985.

SCHWERTMANN, U. & TAYLOR, R.M. Iron Oxides. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B.,eds. Minerals in soil environments. Madison, **Soil Science Society of America Book Series**, 1989. p.379-438.

SILVA, D.R.G.; MARCHI, G.; SPEHAR, C.R.; GUILHERME, L.R.G.; REIN, T.A.; SOARES, D.A.; AVILA, F.W. Characterization and Nutrient Release from Silicate Rocks and Influence on Chemical Changes in Soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36:951-962, 2012.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2ª Edição - Porto Alegre, RS EMATER/RS-UFRGS, 2008. 222p.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 3ª Edição - Porto Alegre, RS: Emater/RS-Ascar, 2018.

TEDESCO, M. J. et al. **Resíduos orgânicos no solo e impactos no ambiente**. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo. Porto Alegre, Geneses, 1999. p.159-192.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra – 2ª edição**. Companhia Editora Nacional. São Paulo. 2009

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H.; ALMEIDA, E. Mecanismos para disponibilização de nutrientes minerais a partir de processos biológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1., 2010, Brasília. **Anais...** Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2010. p. 173-181.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, D. J. **Soil fertility and fertilizers**. 4. ed. New York: MacMillan, 1985. 754p.

Van STRAATEN, P. (2010). **Rochas e Minerais como Fertilizantes Alternativos na Agricultura: Uma Experiência Internacional**. In: Agrominerais para o Brasil; Francisco Fernandes, Adão B. Luz e Zuleica C. Castilhos (Editores), CETEM/MCT, 2010.

WILPERT, K. V.; LUKES, M. Ecochemical effects of phonolite rock powder, dolomite and potassium sulfate in a spruce stand on an acidified glacial loam. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 65, n. 1, p. 115-127, Feb. 2003.