



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
CENTRO NACIONAL DE AVALIAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DE PESQUISA E
CONSERVAÇÃO DO CERRADO**

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de
Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio**

**Relatório Final
(2018-2019)**

**USO DE PÓ DE ROCHA PARA RESTAURAR A QUÍMICA DOS SOLOS
DO CERRADO ALTERADOS POR ADUBAÇÃO.**

Aluna: Juliana Lessa Rodrigues

Orientador : Alexandre Bonesso Sampaio

**Brasília
Agosto/2019**

Resumo

O maior desafio para restaurar o bioma Cerrado é o controle das gramíneas exóticas invasoras e a perturbação do solo ocasionada pela calagem e adubação química. A hipótese do estudo é que as gramíneas exóticas invasoras têm menor capacidade competitiva do que as plantas nativas em solos menos férteis e mais ácidos. O objetivo desta pesquisa foi analisar o efeito da redução de fertilidade e acidificação sobre solos agrícolas no crescimento de *Urochloa decumbens* (braquiária), a fim de restaurar savanas e campos do bioma Cerrado. O experimento foi realizado na UnB. O experimento consistiu no plantio de braquiária em diferentes substratos que receberam materiais para a acidificação e redução da fertilidade. Os materiais utilizados foram: saprólito (rocha decomposta – pó de rocha) de metarritmito (rocha sedimentar de pH ácido e pobre em nutrientes), areia (baixa disponibilidade de nutrientes e alto teor de sílica) e ácido húmico (pH ácido). O substrato base para o experimento foi subsolo (abaixo de 20 cm da superfície) peneirado e seco (terra fina seca ao ar - TFSA) de latossolo vermelho-amarelo de textura argilosa. Para simular a condição de solos agrícolas o substrato base foi adubado com NPK (formulação 04-14-08) e calcário. Primeiro foi adicionado o calcário (0,7g/tubete) e após dez dias foi aplicado o NPK (0,08g/tubete). Após mais dez dias, foram adicionados os materiais para redução da fertilidade saprólito (concentração 2 partes de solo para uma de saprólito, medido pelo peso), areia (mesma do saprólito) e ácido húmico (8,33g por tubete). As sementes de *U. decumbens* foram germinadas em bandejas plásticas com vermiculita e regadas diariamente (taxa de germinação = 25%). Após a germinação, as plântulas foram transferidas para tubetes (260 ml) com os diferentes substratos, 20 tubetes por tratamento, substrato base puro, substrato base com saprólito, com areia, e com ácido húmico. As plantas estão em sala de crescimento com luz artificial e rega diária (10 ml/tubete). No momento do transplante e a cada semana será medida a altura das plântulas de *U. decumbens* e ao final do experimento em três meses as plântulas serão retiradas dos tubetes, lavadas, secas e pesadas para determinar a biomassa, separando-se a parte aérea da radicular. As folhas e o solo serão enviados para laboratório para análise de nutrientes. Os dados serão analisados por ANOVA. O desenho deste experimento, a pesquisa dos materiais a serem adicionados ao solo, e a germinação e transplante da gramínea demandaram tempo maior do que o previsto de maneira que o experimento não foi finalizando durante o ano. Inicialmente havia a ideia de testar também uma espécie de gramínea nativa (*Andropogon fastigiatus*), no entanto, mesmo após várias tentativas, não foi possível conseguir plântulas de forma simultânea em quantidade suficiente para a montagem do experimento. A mesma dificuldade ocorreu com a *U. decumbens*, porém neste caso após algumas tentativas foi possível conseguir o número de plântulas suficiente. Como principal resultado deste trabalho neste momento temos o treinamento da aluna para o desenvolvimento de experimentos de crescimento de plantas em condições controladas e a definição do método para este experimento inovador. O experimento encontra-se em andamento e será acompanhado pela aluna até o final dos três meses quando teremos os resultados.

Palavras-chave: restauração ecológica, gramíneas exóticas, rochagem

Abstract

The biggest challenge in restoring the Cerrado biome is the control of invasive alien grasses and soil disturbance caused by liming and chemical fertilization. The hypothesis of the study is that invasive exotic grasses have less competitive capacity than native plants in less fertile and more acidic soils. The objective of this research was to analyze the effect of fertility reduction and acidification on agricultural soils on the growth of *Urochloa decumbens* (braquiária) in order to restore savannahs and fields of the Cerrado biome. The experiment was conducted at UnB. The experiment consisted of planting brachiaria on different substrates that received materials for acidification and fertility reduction. The materials used were: saprolite (decomposed rock - rock dust) from metarrhythmite (acidic and poor nutrient pH sedimentary rock), sand (low nutrient availability and high silica content) and humic acid (acidic pH). The base substrate for the experiment was subsoil (below 20 cm from the surface) sieved and dried (TFSA) of clayey red-yellow latosol. To simulate the condition of agricultural soils the base substrate was fertilized with NPK (formulation 04-14-08) and limestone. First, limestone (0.7g / tube) was added and after ten days NPK (0.08g / tube) was applied. After a further ten days, saprolite fertility-reducing materials (concentration 2 parts soil to one saprolite, measured by weight), sand (same as saprolite) and humic acid (8.33g per tube) were added. *U. decumbens* seeds were germinated in plastic trays with vermiculite and watered daily (germination rate = 25%). After germination, the seedlings were transferred to tubes (260 ml) with the different substrates, 20 tubes per treatment, pure base substrate, saprolite substrate, sand, and humic acid. The plants are in growth room with artificial light and daily watering (10 ml / tube). At the time of transplantation and each week will be measured the height of the *U. decumbens* seedlings and at the end of the experiment in three months the seedlings will be removed from the tubes, washed, dried and weighed to determine the biomass, separating the aerial part from the root. The leaves and soil will be sent to the laboratory for nutrient analysis. Data will be analyzed by ANOVA. The design of this experiment, the research of the materials to be added to the soil, and the germination and transplantation of the grass took longer than expected so that the experiment was not finalized during the year. Initially there was the idea of also testing a native grass species (*Andropogon fastigiatus*), however, even after several attempts, it was not possible to get enough seedlings simultaneously to set up the experiment. The same difficulty occurred with the *U. decumbens*, but in this case after a few attempts it was possible to get enough seedlings. The main result of this work at this time is the student training for the development of plant growth experiments under controlled conditions and the definition of the method for this innovative experiment. The experiment is ongoing and will be accompanied by the student until the end of the three months when we will have the results.

Key words: Cerrado, exotic grasses, rock dust

Lista de Figuras

Figura 1. Corte de estrada onde foi coletado o Saprólito de Metarritmito, uma das fontes ácidas utilizadas no experimento	11
Figura 2. Rocha alterada por intemperismo (origem do saprólito)	11
Figura 3. Saprólito destorroado e seco ao ar	12
Figura 4. Bandejas com sementes de gramínea exótica e nativa colocadas para germinar sobre vermiculita	12
Figura 5. Adubo NPK (formulação 04-14-18) e Calcário Dolomítico	13
Figura 6. Latossolo (Vermelho-Amarelo de textura argilosa) Adubado	13
Figura 7. Saprólito de Metarritmito e Latossolo Adubado (antes)	14
Figura 8. Saprólito de Metarritmito e Latossolo Adubado (depois)	14
Figura 9. Tratamentos e Controle	15
Figura 10. XXXX	16
Figura 11. Resultado preliminar das primeiras quatro semanas de acompanhamento do experimento	18
Figura 12. Jjjj	19

Sumário

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
LISTA DE FIGURAS.....	3
INTRODUÇÃO.....	5
OBJETIVOS.....	8
MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS.....	18
DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	20
RECOMENDAÇÕES PARA O MANEJO.....	21
AGRADECIMENTOS.....	22
CRONOGRAMA DE CONCLUSÃO DO PLANO DE TRABALHO.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

Introdução

O bioma Cerrado é composto principalmente por savanas e campos naturais primários. Este tipo de vegetação se enquadra no que é definido mundialmente como biomas gramíneos, definidos como ecossistemas com uma camada relativamente contínua de gramíneas, ervas gramínoídes (ervas semelhantes a gramíneas), ervas não gramínoídes e arbustos – o chamado estrato arbustivo-herbáceo (Veldman et al. 2015a). Estes biomas gramíneos são encontrados em uma ampla variação de latitudes e altitudes (Bond e Parr 2010). Cobrem cerca de 20% da superfície terrestre, contam com grande biodiversidade, muitas espécies endêmicas e prestam importantes serviços ecossistêmicos, tais como 30% da produtividade primária líquida terrestre (Field et al. 1998). São chamados ecossistemas gramíneos pelo reconhecimento do papel do estrato herbáceo-arbustivo que representa a maior parte da biodiversidade vegetal e desempenha papel ecológico crucial nos processos ecossistêmicos destes ambientes, como exemplo a ciclagem de água, CO₂ e nutrientes (Veldman et al. 2015a). As árvores têm distribuição variável e também desempenham papel importante nos sistemas dos ambientes gramíneos (ex. Scholes e Archer 1997). A coexistência de árvores e o estrato rasteiro é mediado por eventos periódicos de fogo, entre outros fatores que determinam a existência e dinâmica destas comunidades (Higgins et al. 2000; Van Langevelde et al. 2003).

No Cerrado e em outras partes do mundo, os ambientes gramíneos vêm sendo ameaçados por alterações antrópicas tais como conversão para áreas agrícolas, exclusão de fogo e “florestamento” (afforestation) (Bond e Parr 2010; Veldman et al. 2015a; Veldman et al. 2015b). “Florestamento” é o plantio de florestas onde elas não ocorrem historicamente, seja para silvicultura ou iniciativas equivocadas de restauração (Veldman et al. 2015b). Tanto a

exclusão de fogo quanto o florestamento levam a perda de diversidade de plantas, perda de diversidade de fauna endêmica, diminuição da recarga de aquíferos, aumento da alocação da biomassa acima do solo e aumento da vulnerabilidade desta biomassa ao fogo (Veldman et al. 2015b). Os biomas gramíneos apresentam grande desafio para restauração devido à escassez de pesquisas e dificuldade de reestabelecer uma comunidade tão rica e diversa (Bond e Parr 2010). No Cerrado a principal atividade antrópica que vem substituindo as áreas de vegetação nativa são as pastagens que hoje ocupam mais de 30% da área de distribuição original deste bioma. Estas pastagens são cultivadas com gramíneas exóticas oriundas da África que apresentam comportamento altamente invasor. Uma vez que os ambientes são dominados por estas gramíneas invasoras ultrapassam um limiar de degradação (Beisner et al. 2003) em que a regeneração natural (ex. Durigan et al. 2004) não é capaz de reestabelecer a biodiversidade e serviços ecossistêmicos, sendo necessária a intervenção por meio de estratégias de restauração.

A maior dificuldade de controle das gramíneas invasoras em ambientes campestres e savânicos é que o sombreamento pelas árvores, técnica usada para restaurar florestas (Cabin et al. 2002), não é uma opção pois os campos e savanas também são compostos por gramíneas nativas que assim como as invasoras dependem de condições de sol pleno (Bond e Parr 2010; Hoffmann et al. 2004). Assim é necessário adotar outras estratégias para controlar as gramíneas invasoras e restaurar os ecossistemas gramíneos.

A estratégia adotada em várias partes do mundo é o revolvimento do solo associado ou não ao controle químico para remover as gramíneas invasoras do sistema e depois semear diretamente no solo (semeadura direta) as espécies nativas, especialmente gramíneas e arbustos, capazes de cobrir rapidamente o solo evitando assim a reinfestação pelas gramíneas exóticas (Holl et al. 2014). A semeadura direta é utilizada nestes casos pois o plantio de mudas na densidade necessária para cobrir o solo seria inviável economicamente (Doust, Erskine, e Lamb 2006), além disso o plantio pode ser realizado utilizando maquinários agrícolas para viabilizar a restauração em grandes áreas (Campos-Filho et al. 2013) permitindo ainda a utilização de um maior número de espécies (Palma e Laurance 2015).

Poucos são os trabalhos que investigam a restauração de ambientes abertos como as savanas e campos, comparativamente com ambientes florestais (Palma e Laurance 2015). No Brasil, temos alguns trabalhos sobre semeadura direta em savana, a maioria usando apenas árvores nativas (p. ex. Cava 2014; Pereira, Laura, e Souza 2013; Santos 2010; Silva et al. 2015) e apenas poucos trabalhos consideram o estrato rasteiro, com técnicas diversas, como exemplo a transposição de solo superficial (Ferreira, Walter, e Vieira 2015) e nucleação por transposição de galharias e banco de sementes (Oliveira 2013), transferência de feno (Le Stradic et al. 2014)

e semeadura direta (Silva e Corrêa 2010; Starr et al. 2012; Aires, Sato e Miranda 2014; Pellizzaro et al. 2016).

Os trabalhos realizados com semeadura direta para restaurar savanas tem indicado o sucesso no estabelecimento das espécies nativas de gramíneas, arbustos e árvores, no entanto, os resultados demonstram para uma parte dos casos o retorno das gramíneas invasoras (Sampaio et al. em preparação). Uma hipótese para explicar o insucesso destas áreas é a fertilidade do solo, já que as áreas com solos mais férteis e melhor drenados são aquelas que tiveram menor sucesso na restauração pela reinfestação das gramíneas invasoras (Sampaio et al. 2019). As gramíneas invasoras são selecionadas para uma maior produtividade em solos calcareados e adubados com fertilizantes químicos. Como as áreas degradadas foram calcareadas e adubadas para a semeadura das gramíneas exóticas para a formação das pastagens, estas áreas apresentam hipoteticamente condições químicas do solo mais favoráveis para as gramíneas invasoras do que para as plantas nativas. A adubação de plantas nativas tem indicado um efeito nulo ou negativos para o crescimento (Silva et al. 2015). Assim, a restauração das condições químicas dos solos naturais do Cerrado, ou seja, elevada acidez, alto teor de Al e baixa Capacidade de Troca Catiônica (CTC), pode ser que desfavoreça as gramíneas invasoras, o que facilitaria o desenvolvimento das espécies nativas adaptadas à estas condições.

A aplicação de carvão ativado aos solos tem sido utilizada experimentalmente em campos europeus com o objetivo de reduzir a disponibilidade de nutrientes e desfavorecer espécies exóticas (Kardol et al. 2008). Porém, o custo e disponibilidade de carvão ativado usado nesta técnica pode não permitir trabalhos em larga escala. Uma alternativa pode ser a utilização de materiais conhecidos como pó-de-rocha, subproduto da mineração de rochas. O pó-de-rocha de diferentes composições minerais tem sido utilizado na agricultura recentemente para melhorar a fertilidade do solo com diversas vantagens em relação aos adubos químicos, como a liberação lenta de nutrientes e disponibilidade a baixo custo em larga escala (Theodoro et al. 2006). Em geral na agricultura com fins de adubação são utilizados pó-de-rocha básicos. Para o caso da redução de fertilidade para restauração dos solos ácidos e de baixa fertilidade do Cerrado, pode-se utilizar o pó de rochas ácidas. Dessa forma, o presente estudo tem por finalidade testar em laboratório os efeitos sobre o desenvolvimento de gramínea nativa e exótica da aplicação de pó de rocha ácida em solos do Cerrado calcareados e adubados.

Objetivos

Este trabalho visa analisar o efeito da redução da fertilidade e acidificação de solos agrícolas, a fim de favorecer a restauração de savanas e campos do bioma cerrado.

Especificamente, objetiva-se, através de análise em laboratório, avaliar os efeitos no desenvolvimento das gramíneas nativa (*Andropogon fastigiatus*) e exótica (*Urochloa decumbens*) com a aplicação de pó de rocha ácida (saprólito de metarritmito), areia ou ácido húmico para acidificar solos que tenham sido calcareados e adubados.

Material e Métodos

Para testar os efeitos da aplicação do pó-de-rocha no crescimento das gramíneas nativa e exótica, um experimento em sala de crescimento de plantas com luz controlada no Departamento de Ecologia Vegetal da Universidade de Brasília (UnB), campus Darcy Ribeiro, localizado no Distrito Federal (DF).

A primeira etapa consistiu em selecionar o pó de rocha mais adequado para acidificação do solo. Para isso, contamos com a parceria do Dr. Éder de Souza Martins, pesquisador da Embrapa Cerrados. O material foi escolhido em um raio de 500km do Distrito Federal, com o propósito de viabilizar o transporte em caso de futura recomendação de uso. A fonte selecionada foi saprólito (rocha decomposta – pó de rocha) de metarritmito (rocha sedimentar de pH ácido e pobre em nutrientes) (Figura 1 e 2). Além do pó-de-rocha (Figura 3) foram selecionados outros materiais para serem adicionados ao solo com o objetivo de reduzir a fertilidade. Estes materiais foram: areia (baixa disponibilidade de nutrientes e alto teor de sílica) e ácido húmico (pH ácido). O saprólito e a areia possuem pH ácido, são pobres em nutrientes e ricos em sílica. O ácido húmico é derivado da decomposição biológica da matéria orgânica de pH ácido.

Para compor o substrato do experimento e receber os materiais para redução de fertilidade foi coletado Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa, abaixo de vinte centímetros da superfície, na região do Parque do Contorno, Rodovia DF-001, km 05, Setor Habitacional Taquari no Lago Norte, em Brasília/DF. (Coordenadas: Latitude -15,713954 e Longitude -47,812285, datum: WGS84). Uma semana após a coleta, o solo foi peneirado em peneira de 2mm e colocado para secar em bancada revestida com folhas de jornal por quinze dias.

Para simular a condição de solos agrícolas todo o latossolo foi inicialmente adubado com NPK (formulação 04-14-08) e calcário. (Figura 5) Foram misturados 26 litros de substrato (latossolo argiloso) a 80 gramas de calcário (0,7g/tubete). Em seguida, esta mistura foi colocada em baldes e umedecida de forma a não encharcar o solo, evitando a proliferação de mofo, ao longo de dez dias. Após esse intervalo, foram aplicadas dez gramas de adubo NPK (0,08g/tubete). (Figura 6)

Após mais dez dias, foram adicionados os materiais para redução da fertilidade: Saprólito (concentração 2 partes de solo para uma de saprólito, medido pelo peso) (Figura 7 e 8), Areia (mesma do saprólito) e Ácido húmico (8,33g por tubete).

Para a produção de plântulas inicialmente foi realizado um teste de germinação com 100 sementes de cada espécie. (Figura 4) Com a taxa de germinação conhecida (20% para *Urochloa decumbens* e 17% para *Andropogon fastigiatus*) foi determinado o número de sementes a necessárias para produzir a quantidade de plântulas necessárias para o experimento. Dessa forma, ao todo foram selecionadas 640 sementes de *Andropogon fastigiatus* e 200 sementes de *Urochloa decumbens* para germinação. No entanto, poucas sementes germinaram, resultando apenas em 25 plântulas de *A. fastigiatus* e 32 de *U. decumbens*, Devido à baixa taxa de germinação da espécie nativa (*A. fastigiatus*) e a ausência de novas sementes esta espécie foi excluída do experimento. Como a germinação de *Ur. decumbens* foi insuficiente para montar o experimento, mais 350 sementes de foram semeadas nas bandejas. Tais sementes germinaram em sala de crescimento de plantas no Departamento de Botânica da UnB, a fim de serem obtidas 120 plântulas. Desta vez a taxa de germinação (25%) e a quantidade de sementes colocadas para germinar não atingiram o total de 120 plântulas, mas as 90 que germinaram foram suficientes para a montagem do experimento, reduzindo as réplicas para 20 plantas por tratamento (x 4 tratamentos = 80 plântulas). Após a germinação, as plântulas foram transplantadas para tubetes (260 ml) com os diferentes substratos (Figura 9). Para treinar o transplante das plântulas e avaliar as plantas em relação as condições controladas de crescimento, durante os testes de germinação plântulas foram transferidas para tubetes com substrato e o estabelecimento e desenvolvimento das plantas foi acompanhado, com isso tivemos mais certeza durante o transplante das plântulas para o experimento. As plantas foram transplantadas para os tubetes dia 8 de julho de 2019 e ficarão nos tubetes por três meses.

As plantas estão sendo mantidas em sala de crescimento do departamento de Botânica da UnB, com luz artificial e rega diária (10 ml/tubete).

O crescimento das plântulas está sendo avaliado pela medida semanal do comprimento

das plantas e do número de folhas. Ao final de três meses as plantas serão desenterradas e secas em estufa para medir o peso seco separando-se raízes e parte aérea. Estas variáveis serão avaliadas por ANOVA comparando-se as plantas nos diferentes tratamentos (substratos).



Figura 1. Corte de estrada onde foi coletado o Saprólito, uma das fontes ácidas a serem utilizadas no experimento, à margem direita da Br 080, Km 32



Figura 2. Rocha alterada por intemperismo (origem do saprólito)



Figura 3. Saprólito destorroado e seco ao ar



Figura 4. Bandejas com sementes de gramínea exótica e nativa colocadas para germinar em vermiculita



Figura 5: Adubo NPK (formulação 04-14-18) e Calcário Dolomítico



Figura 6: Latossolo (Vermelho-Amarelo de textura argilosa) Adubado



Figura 7: Saprólito de Metarritmito e Latossolo Adubado (antes)



Figura 8: Saprólito de Metarritmito e Latossolo Adubado (depois)



Figura 9: Tratamentos e Controle

Resultados

Tem-se como principal resultado deste trabalho, neste momento, o treinamento da aluna para o desenvolvimento de experimentos de crescimento de plantas em condições controladas e a definição do método para este experimento inovador. O experimento encontra-se em andamento e será acompanhado pela aluna até o final de mais três meses quando teremos os resultados.

Espera-se que a gramínea exótica tenha um maior desenvolvimento no solo sem aplicação de pó-de-rocha. Se este resultado for confirmado, e se o solo com pó-de-rocha tiver menor disponibilidade de nutrientes, isto indicará que há um potencial para o uso de pó-de-rocha para a restauração das características químicas dos solos do Cerrado e para a restauração de savanas e campos.

Como resultado preliminar das primeiras quatro semanas de acompanhamento do experimento verificamos que para o comprimento as plantas ainda não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$), mas para a contagem das folhas há diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,01$) (Figuras 11 e 12).

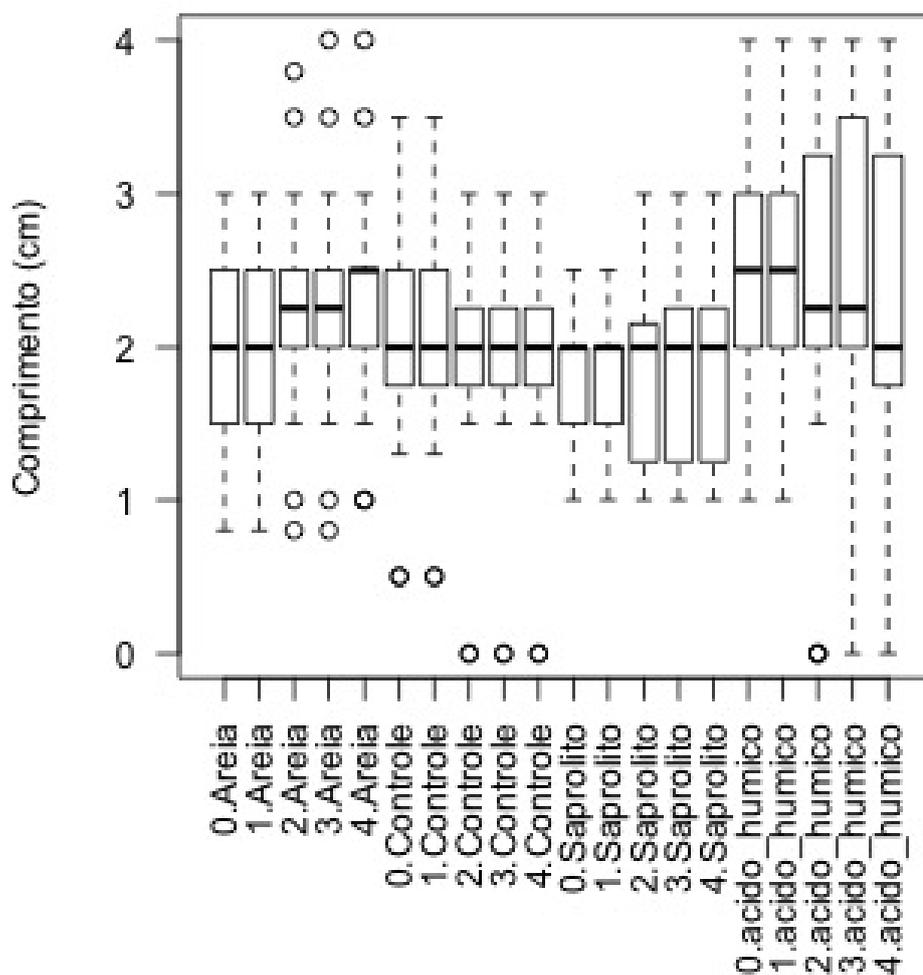


Figura 11. Comprimento das plantas de *Urochloa decumbens* cultivadas em quatro diferentes substratos, todos a base de subsolo de latossolo calcareado e adubado com NPK adicionados com areia, saprólito de rocha metarritmito e ácido húmico. O controle consiste apenas do latossolo calcareado e adubado. As medidas foram tomadas em cinco tempos, no momento do transplântio (0), 1, 2, 3 e 4 semanas após o transplântio das plântulas para os tubetes com os substratos referidos acima. Gráfico do tipo boxplot, mediana na linha central mais grossa e quartis nas linhas tracejadas e margens inferior e superior do retângulo. Círculos representam *outliers*.

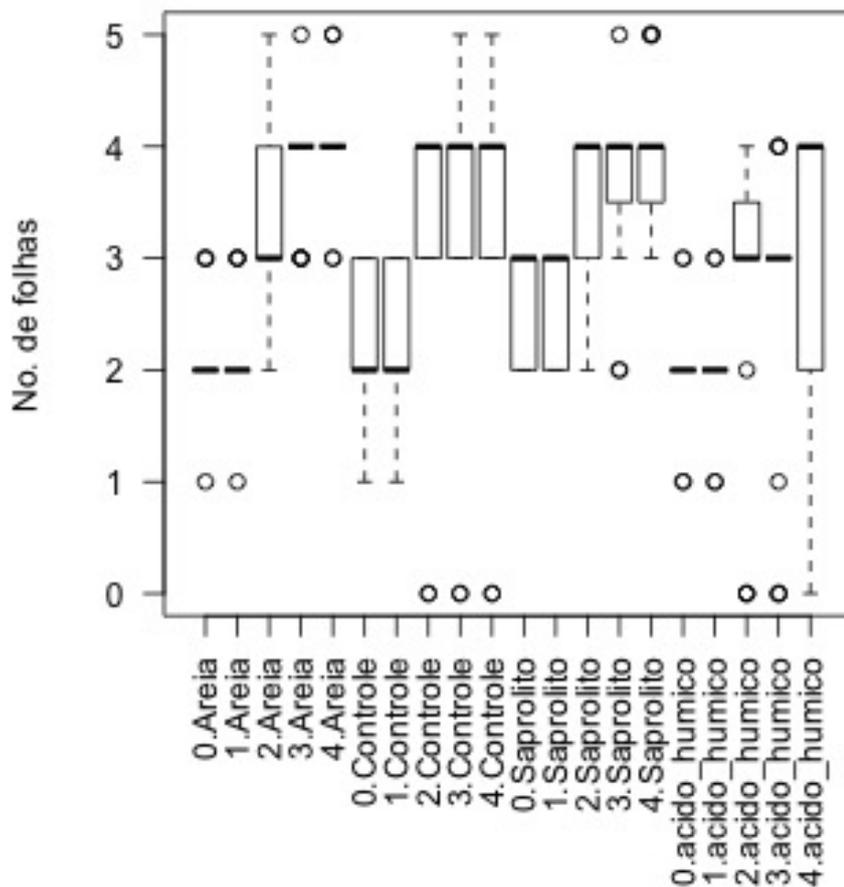


Figura 12. Número de folhas das plantas de *Urochloa decumbens* cultivadas em quatro diferentes substratos, todos a base de subsolo de latossolo calcareado e adubado com NPK adicionados com areia, saprólito de rocha metarritmito e ácido húmico. O controle consiste apenas do latossolo calcareado e adubado. As medidas foram tomadas em cinco tempos, no momento do transplântio (0), 1, 2, 3 e 4 semanas após o transplântio das plântulas para os tubetes com os substratos referidos acima. Gráfico do tipo boxplot, mediana na linha central mais grossa e quartis nas linhas tracejadas e margens inferior e superior do retângulo. Círculos representam *outliers*.

Discussão e Conclusões

O desenho deste experimento, a pesquisa dos materiais a serem adicionados ao solo, e a germinação e transplante da gramínea demandaram tempo maior do que o previsto de maneira que o experimento não foi finalizando durante o ano.

Inicialmente havia a ideia de testar também uma espécie de gramínea nativa (*Andropogon fastigiatus*), no entanto, mesmo após várias tentativas, não foi possível conseguir plântulas de forma simultânea em quantidade suficiente para a montagem do experimento.

A mesma dificuldade ocorreu com a braquiária, porém neste caso após algumas tentativas foi possível conseguir o número de plântulas suficiente.

Desta forma, até o momento não temos resultados suficientes para concluir a discussão deste trabalho. Continuaremos a medir a plantas até o final de três meses do experimento quando teremos dados suficiente para encerrar o trabalho.

Recomendações para o manejo

O presente estudo pretende subsidiar ações de restauração por meio da adição de substâncias nos solos degradados para restaurar as condições edáficas pretéritas nos campos e savanas do Cerrado, caracterizados naturalmente por baixa fertilidade. O controle de gramíneas exóticas invasoras é a etapa mais difícil de restauração de áreas degradadas, devido à alta taxa de crescimento e reprodução sexuada e assexuada destas plantas, e este trabalho poderá facilitar este controle ao reduzir a fertilidade de solos agrícolas adubados, condição comum onde deve-se realizar ações de restauração, reduzindo assim a capacidade competitiva de *Urochloa decumbens* e outras gramíneas exóticas invasoras. As plantas nativas são adaptadas à baixa fertilidade dos solos do Cerrado, já as exóticas são favorecidas pela adubação. Há diversos exemplos de tentativas de restaurar savanas do Cerrado em áreas agrícolas com solos adubados em que houve insucesso pela invasão de gramíneas invasoras. Assim, em áreas que tenham sido calcareadas e adubadas pode ser necessário reduzir a fertilidade dos solos para que se faça o controle eficaz das gramíneas invasoras, permitindo assim introduzir as plantas nativas do Cerrado. A adição das substâncias aqui testadas neste experimento podem ser uma alternativa para restaurar as condições edáficas dos solos dos Cerrados e facilitar sua restauração.

Agradecimentos

Os sinceros agradecimentos ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio/MMA) e ao CNPq pelo incentivo à pesquisa e relevante interesse em medidas pela conservação do bioma Cerrado.

À Universidade de Brasília, à Dr^a Isabel Belloni Schmidt, Professora Adjunta do Departamento de Ecologia e ao orientador Dr. Alexandre Bonesso Sampaio por viabilizarem o acesso dos alunos da graduação à pesquisa científica.

À Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (Unidade Embrapa Cerrados), na pessoa do Dr. Éder de Souza Martins que tem importante papel na orientação do projeto, bem como na execução da pesquisa através de atividades em campo.

Cronograma de Conclusão do Plano de Trabalho

Etapa 1 – Definição do pó de rocha

Etapa 2 – Montagem e acompanhamento dos experimentos

Etapa 3 – Desmontagem e medição dos experimentos

Etapa 4 – Revisão bibliográfica e escrita do relatório parcial

Etapa 5 – Escrita do relatório final

Etapa 6 – Análise dos dados e reescrita do relatório final

Etapa	Ago 2018	Set 2018	Out 2018	Nov 2018	Dez 2018	Jan 2019	Fev 2019	Mar 2019	Abr 2019	Mai 2019	Jun 2019	Jul 2019	ago 2019	set 2019	out 2019
1	◆	◆	◆												
2			◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	
3														◆	◆
4					◆	◆	◆								
5										◆	◆	◆			
6														◆	◆

Referências Bibliográficas

- AIRES, S. S.; M. N. Sato, and H.S. Miranda. **Seed Characterization and Direct Sowing of Native Grass Species as a Management Tool.** Grass and Forage Science 69(3):470–78, 2014.
- BEISNER, B. E.; D. T. Haydon and K. Cuddington. **Alternative Stable States in Ecology.** Front Ecol Environ 1(7):376–82, 2003.
- BOND, William J. and CATHERINE L. Parr. **Beyond the Forest Edge: Ecology, Diversity and Conservation of the Grassy Biomes.** Biological Conservation 143(10):2395–2404. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.012>), 2010.
- CABIN, Robert J. et al. **Effects of Light, Alien Grass, and Native Species Additions on Hawaiian Dry Forest Restoration.** Ecological Applications 12(6):1595–1610, 2002.
- CAMPOS-FILHO, Eduardo M. et al. **Mechanized Direct-Seeding of Native Forests in Xingu, Central Brazil.** Journal of Sustainable Forestry 32(7):702–27, 2013.
- CAVA, Mario Guilherme de Biagi. **Restauração do Cerrado: A Influência das Técnicas e de Fatores Ecológicos sobre o Desenvolvimento Inicial da Comunidade Lenhosa.** Universidade Estadual Paulista, 2014.
- DOUST, Susan J.; ERSKINE, D. Petter and LAMB, David. **Direct Seeding to Restore Rainforest Species: Microsite Effects on the Early Establishment and Growth of Rainforest Tree Seedlings on Degraded Land in the Wet Tropics of Australia.** Forest Ecology and Management 234:333– 43, 2006. .
- DURIGAN, Giselda; MELO, A. C. G.; CONTIERI, Wilson Aparecido e NAKATA, Hiroshi. **Regeneração Natural Da Vegetação de Cerrado Sob Florestas Plantadas Com Espécies Nativas E Exóticas.** Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Instituto Florestal 349–62, 2004.
- FERREIRA, Maxmiller C.; WALTER, Bruno M. T. and VIEIRA, Daniel L. M. **Topsoil Translocation for Brazilian Savanna Restoration: Propagation of Herbs, Shrubs, and Trees.** Restoration Ecology 23(6):723–28, 2015.
- FIELD, Christopher B.; BEHRENFELD, Michael J.; RANDERSON, James T. and FALKOWSKI Paul. **Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components.** Science 281:237–40, 1998.

- HIGGINS, Steven I.; BOND, Willian J.; TROLLOPE, W. S. W.; BOND, Willian J. and TROLLOPE, Winston S. W. **Fire, Resprouting and Variability: A Recipe for Grass-Tree Coexistence in Savanna.** Source: *Journal of Ecology* 88(88):213–29, 2000. .
- HOFFMANN, William et al. **Impact of the Invasive Alien Grass.** *Diversity and Distributions* 99–103, 2004.
- HOLL, Karen D. et al. **Efficacy of Exotic Control Strategies for Restoring Coastal Prairie Grasses.** *Weed Science Society of America* 7(4):590–98. Retrieved (<http://www.bioone.org/doi/full/10.1614/IPSM-D-14-00031.1>), 2014.
- KARDOL, Paul, et al. **Restoration of species-rich grasslands on ex-arable land: Seed addition outweighs soil fertility reduction.** *Biological conservation* 141.9: 2208-2217, 2008.
- OLIVEIRA, Anderson José Ferreira de. **Recuperação De Uma Área Degradada Do Cerrado Através De Modelos De Nucleação, Galharias E Transposição De Banco De Sementes.** Universidade de Brasília, 2013.
- PALMA, Ana Cristina and LAURENCE, Susan G. W. **A Review of the Use of Direct Seeding and Seedling Plantings in Restoration: What Do We Know and Where Should We Go?** *Applied Vegetation Science* 18(4):561–68, 2015.
- PELLIZARO, Keiko Fueta, et al. **“Cerrado” restoration by direct seeding: field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs and grass species.** *Brazilian Journal of Botany* 40.3 (2017): 681-693.
- THEODORO, Suzi Maria de Cordova Huff, et al. **Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes,** 2006.