

---

ECOLOGIA

---

**ADERALDO TEIXEIRA PIRES JÚNIOR**

**CAMPOS DE MURUNDUS: BIOTURBAÇÃO  
E EVOLUÇÃO DOS SOLOS LATERÍTICOS  
ALUMINOSOS E DA VEGETAÇÃO NO  
CERRADO**



Rio Claro  
2017

ADERALDO TEIXEIRA PIRES JÚNIOR

CAMPOS DE MURUNDUS: BIOTURBAÇÃO E EVOLUÇÃO DOS  
SOLOS LATERÍTICOS ALUMINOSOS E DA VEGETAÇÃO NO  
CERRADO

Orientador: Vânia Silvia Rosolen

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Instituto de Biociências da Universidade  
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -  
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau  
de Ecólogo

Rio Claro  
2017

581.5264 Pires Júnior, Aderaldo Teixeira  
P667c Campos de Murundus: bioturbação e evolução dos solos lateríticos aluminosos e da vegetação no Cerrado / Aderaldo Teixeira Pires Júnior. - Rio Claro, 2017  
36 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ecologia) -  
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de  
Rio Claro

Orientadora: Vânia Silvia Rosolen

1. Cerrados. 2. Murundus. 3. Conservação do Cerrado. 4.  
Bioturbação. 5. Solo. 6. Vegetação. I. Título.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a meus pais, que investiram sua confiança em meus estudos e sonharam sempre com a boa educação de seus filhos.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte desta caminhada, que passaram a mim seu conhecimento e que verdadeiramente se dedicaram, superando as dificuldades dessa, em nosso país, árdua profissão.

Agradeço aos veteranos do curso de Ecologia que me acolheram e inspiraram.

Agradeço aos amigos e companheiros de sala do ano de 2011, fundamentais para o meu aprendizado e crescimento durante os anos na universidade. Levarei-os comigo sempre.

Agradeço aos companheiros de moradia da República Lenda, com certeza passei ali os momentos mais saudosos de minha vida. Nessa casa e em sua companhia criei um novo lar e uma nova e eterna irmandade. Obrigado Nativo, Pardal, Quinto, Fruta, Cascão, Japa e Precoce.

Agradeço à minha Orientadora Vânia, foi uma ótima experiência trabalhar ao lado de uma amiga.

Agradeço à FAPESP pela bolsa concedida para a execução do presente trabalho.

E por fim, agradeço à Laila Somaggio e sua família que com seu carinho me deram forças para prosseguir e alcançar meus objetivos, além de despertar em mim o mais puro dos sentimentos.

No mais sou grato à natureza. À água, à terra, ao ar e a tudo que nos rodeia e permite a vida de todos os seres.

*Dedico à Ecologia...*

## RESUMO

Os campos de murundus são microtopografias circulares ou elípticas presentes nas vertentes e nas cabeceiras de drenagem, que permanecem temporária ou permanentemente alagadas pelas águas da chuva e do lençol freático elevado e presença de microrrelevos. Estão amplamente distribuídas nas formações savânicas tropicais, assim como na chapada sedimentar do Triângulo Mineiro, no bioma do Cerrado. São áreas importantes por prestarem inúmeros serviços ambientais tais como: agregar fauna e flora endêmicas, estocar e regular o fluxo hídrico na bacia hidrográfica, filtrar e reter sedimentos e contaminantes, possuir intensa atividade biológica, estocar carbono, entre outros. A ocorrência dos campos de murundus na chapada sedimentar do Cerrado mineiro parece indicar que a bioturbação – integrando processos físicos e bioquímicos — é responsável pela evolução dos solos e da paisagem. Sendo assim, esse estudo tem por objetivo entender o processo de bioturbação do solo e sua relação com a vegetação do Cerrado e com a degradação de couraças ferruginosas e formação de argilas aluminosas em área de campo de murundu do Cerrado Mineiro, contribuindo para ressaltar a importância da conservação destas áreas no Cerrado, que estão sendo convertidas em áreas agrícolas. Buscamos encontrar em campo a relação entre a bioturbação por térmitas (cupins) e processos geoquímicos no solo que propiciam as condições favoráveis à desferruginização de couraça ferruginosa e a formação de argilas aluminosas. Por meio de análises macromorfológicas e micromorfológicas feitas em campo e em laboratório, caracterizando, assim, o papel das térmitas junto ao solo e os efeitos de tais processos na paisagem dos campos de murundus no Cerrado, entre as cidades de Uberaba e Uberlândia. As Análises de Multivariância Permutacional (PERMANOVA) e dos Componentes Principais (PCA) foram feitas para testar se há diferença em quantidade de espécies entre os murundus e o entorno, bem como para averiguar se um padrão é significativo para os montículos (cupinzeiros).

Palavras-chave: murundu, bioturbação, cerrado, térmitas

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVO.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1. Área de Estudo.....	9
3.2. Vegetação e Clima.....	10
3.3. Biologia das térmitas.....	11
3.4. Atividades de campo.....	12
3.5. Impregnação das amostras de solo.....	13
3.6. Descrição micromorfológica.....	14
3.7. Digestão em ácido das amostras de solo.....	14
3.8. Caracterização Mineralógica.....	15
3.9. Análise dos dados quantitativos.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. Perfil topográfico.....	16
4.2. Descrição de amostras de solo.....	17
4.3. Identificação Vegetal.....	21
4.4. Análise das lâminas de solo.....	25
4.5. Mapeamento do perfil topográfico.....	26
4.6. Compilação dos dados.....	28
4.7. Análises estatísticas.....	30
5. CONCLUSÃO.....	33
6. REFERÊNCIAS.....	34

## 1. INTRODUÇÃO

Na teoria ecológica moderna, a bioturbação é reconhecida como um “ecossistema de engenharia” realizada por organismos que modificam substancialmente a estrutura física do seu habitat e, direta ou indiretamente, mudam a disponibilidade de recursos para outras espécies (MEYSMAN et al., 2006). A bioturbação corresponde aos processos de deslocamento físico do solo por micro-organismos, influenciando o funcionamento dos ecossistemas através dos solos (WILKINSON et al., 2009). Recentemente a bioturbação passou a ser considerada também um processo biogeoquímico, pois contribui com as modificações dos gradientes geoquímicos das paisagens (MEYSMAN et al., 2006; DAWES, 2010; ZAITLIN e HAYASHI, 2012).

O local de ocorrência dos campos de murundus na chapada sedimentar do Cerrado mineiro parece indicar que a bioturbação – integrando processos físicos e bioquímicos – é responsável pela evolução dos solos e da paisagem. Campos de murundus são terminologias regionais correspondendo a ecossistemas particulares do bioma Cerrado, similares aos dambos da savana africana e as assembleias de térmitas na savana australiana. Caracterizam-se como formas circulares ou elípticas nas vertentes e nas cabeceiras de drenagem, permanecendo temporária ou permanentemente alagadas pelas águas da chuva e do lençol freático elevado e pela presença de microrrelevos internos (CORRÊA, 1989; PONCE e CUNHA, 1993). Por ocuparem posições topográficas deprimidas nas superfícies das chapadas sedimentares do Oeste de Minas Gerais, os campos de murundus são áreas sempre mais úmidas do que a paisagem do entorno. As propriedades genéticas e as condições de funcionamento distintas deste ecossistema em relação às outras fitofisionomias do Cerrado, inserem os enclaves de murundus como áreas prioritárias para a conservação, embora essas formações não sejam reconhecidas formalmente como áreas úmidas e de nascente pelo Código Florestal Brasileiro (diferente do que ocorre com as Veredas, consideradas fitofisionomia do Cerrado) e estejam ameaçados pelo avanço da agricultura e pela mineração (ROSOLEN et al, 2014). Para fins de conservação, algumas funções das zonas úmidas de murundus devem ser destacadas: (1) contribuem significativamente para a biodiversidade tendo fauna e flora endêmicas; (2) têm um "efeito esponja", amortecendo as mudanças na descarga hídrica devido à ocorrência de chuvas locais; (3) estocam carbono do solo; (4) filtram os resíduos de fertilizantes e pesticidas utilizados na agricultura; (5) fornecem fibras e frutas para as comunidades tradicionais; (6) a maioria das populações da fauna e flora está associada apenas às áreas úmidas e, portanto, vulneráveis à extinção (GIBBS, 2000).

Na chapada entre os municípios de Uberaba e Uberlândia (MG), os campos de murundus possuem outra particularidade de natureza pedológica. Eles estão presentes nas áreas de solos



com saturação hídrica sazonal (Gleissolos), em função da precipitação e elevação do nível freático em áreas topograficamente deprimidas. Estes solos apresentam um nível ferruginoso concrecionário sobreposto por um horizonte argiloso e fortemente aluminoso (extraído como material refratário) e, ambos, recobertos por um espesso horizonte rico em matéria orgânica, formado em ambiente periodicamente redutor. Desta forma, os campos de murundus presentes nesta área possuem destacada importância ambiental, econômica e são essenciais para a compreensão dos processos físicos e bioquímicos da macrofauna do solo no funcionamento do ecossistema e paisagem pedológica do Cerrado.

Em um estudo nessas formações, Oliveira Filho (1988) encontrou evidências que indicam que os solos dos microrrelevos são provavelmente formados pela degradação gradual e pela erosão, ambas causadas pelas sucessivas gerações de térmitas. Isso o levou a propor uma teoria para explicar a formação dos murundus, como sendo eles o resultado de um processo de sucessão primária em que ilhas ecológicas (os próprios montes) crescem gradualmente em tamanho e, conseqüentemente, em termos de complexidade, diversidade de espécies, biomassa e energia total devido à sobreposição de espécies que ocupam o local ao longo do tempo.

No Brasil Central foram encontradas evidências entre a atividade biológica (especialmente térmitas) e a evolução poligenética dos mantos de intemperismo lateríticos aluminosos (DE OLIVEIRA et al., 2014), sendo que esta possível relação na chapada sedimentar do cerrado mineiro é insuficientemente estudada. Desta maneira, esse estudo tem por objetivo entender o processo de bioturbação do solo e sua relação com a vegetação do Cerrado e com a degradação de couraças ferruginosas e formação de argilas aluminosas em área de campo de murundu do Cerrado Mineiro, contribuindo para ressaltar a importância da conservação destas áreas no Cerrado, que estão sendo convertidas em áreas agrícolas.

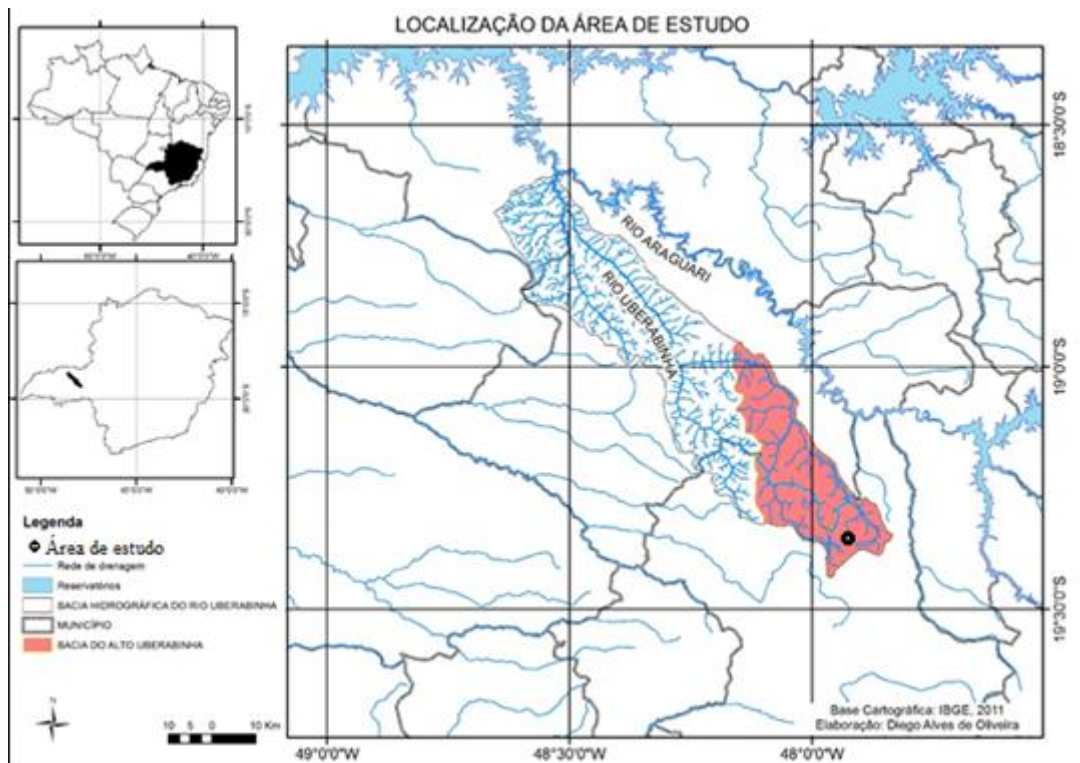
## **2. OBJETIVO**

O objetivo deste projeto é identificar e analisar a contribuição e os resultados da bioturbação em área de campo de murundus nas transformações físicas e biogeoquímicas de solos lateríticos e na evolução do relevo e vegetação do Cerrado, da chapada Uberlândia-Uberaba (MG), evidenciando a importância da conservação destas áreas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

A área de estudo com campo de murundus localiza-se na chapada sedimentar (superfície de aplainamento) situada entre os municípios de Uberaba-Uberlândia, no Triângulo Mineiro-MG (Figura 1 e 2).



**Figura 1-** Localização da chapada drenada pela bacia do rio Uberabinha e da área de estudo. (Fonte: Rosolen, V. Projeto de pesquisa).

A chapada corresponde a superfícies de aplainamento e são traços fundamentais da paisagem do Brasil oriental. No estado de Minas Gerais, encontram-se bem conservadas, exceto pelo dismantelamento de alguns remanescentes durante os eventos denudacionais neocenozóicos mais agressivos (VALADÃO, 2009). No Triângulo Mineiro, apresentam uma rede de sistemas úmidos - veredas e murundus - com ampla extensão areal e relevância ambiental e paisagística no domínio do Cerrado.



**Figura 2-** Campo de murundus com solo hidromórfico rodeado pela atividade agrícola, superfície da chapada Uberlândia-Uberaba (MG). (Fonte: Google Earth)

Esta superfície de aplainamento foi produzida entre o Cretáceo e o Terciário Médio e é revestida por manto de alteração profundo, geoquimicamente bastante evoluído e contendo teores elevados de ferro, embora seu substrato litológico seja bastante diversificado. É comum a presença de encrostamentos lateríticos. Estas superfícies encontram-se muito dissecadas pela instalação da rede de drenagem atual. A vegetação original era composta pelo cerrado *sensu stricto* e campo cerrado do bioma Cerrado (COUTINHO, 1978). A ampla retirada da vegetação ocorreu pelo fato destas terras estarem inseridas no processo de expansão da fronteira agrícola para o Cerrado. Atualmente o uso do solo predominante na região é o cultivo de milho e soja, algumas áreas com reflorestamento e mineração de argila refratária.

### 3.2. Vegetação e Clima

De modo geral os campos de murundus estão inseridos na fitofisionomia do Cerrado conhecida como Campos Sujos (presentes também nos Campos Limpos, mas com uma frequência menor), sobre os montículos nota-se uma flora similar a existente no Cerrado *sensu stricto* (OLIVEIRA FILHO, 1992) constituída por indivíduos das mesmas espécies da formação savânica, mas menos desenvolvidos. Nas depressões há o predomínio de vegetação herbácea, composta por gramíneas e ciperáceas. Dentre as espécies arbóreas podemos citar: *Alibertia edulis*, *Andira cuyabensis* (angelim), *Caryocar bresiliense*, *Curatella americana*, *Dipterix alata* (baru), *Eriotheca gracilipes*, *Maprounea brasiliensis*, *Qualea grandiflora* e *Q. parviflora*. Já entre as arbustivo-herbáceas destacam-se os gêneros *Allagoptera*, *Annona*, *Bromelia* e *Vernonia*. Culminando, dessa maneira em uma formação com aproximadamente 5% de cobertura arbórea.

O clima da área estudada com base na temperatura média do mês mais frio (julho), e segundo a classificação de Köppen é predominantemente o Tropical Úmido (A), com o subtipo clima de savana, com inverno seco e chuvas máximas de verão (w). Esse é o clima que prevalece em grande parte do cerrado (Aw).

### **3.3. Biologia das térmitas**

Uma etapa fundamental para a realização deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre a ecologia das térmitas e seu papel na bioturbação dos solos. Resumidamente, todas as espécies de cupins (térmitas) conhecidas são eussociais e vivem em colônias com divisão reprodutiva do trabalho, castas morfológicas e sobreposição de gerações. Um casal reprodutor (rei e rainha) origina a colônia criando uma grande unidade familiar em que seus filhos, indivíduos estéreis (operários e soldados), aparecem em grande número. Os operários são responsáveis pela construção do ninho, coleta de alimento e por alimentar os imaturos, reprodutores e soldados. Os soldados protegem a colônia contra possíveis inimigos, para tal possuem mandíbulas desenvolvidas ou alguma forma de defesa química ou ambos. Algumas espécies não apresentam a casta dos soldados e a defesa é feita também pelos operários como em todas as espécies da subfamília Apicotermitinae. Na família Kalotermitidae não existe uma verdadeira casta de operários, sendo esse papel realizado por ninfas que retém o potencial reprodutivo. A reprodução é reservada a alguns poucos indivíduos, os indivíduos do primeiro casal que deram origem à colônia são denominados produtores primários. Estes se encontram durante uma revoada que acontece anualmente. Além dos reprodutores primários, existem também reprodutores secundários que são formados dentro da colônia, sendo chamados de reprodutores de substituição os secundários que surgem devido à morte dos primários, os que surgem na presença do casal inicial denominam-se suplementares (CONSTANTINO e ACIOLI, 2008).

Os soldados são altamente modificados para que possam desempenhar sua função de defesa. Alguns possuem cabeças grandes com mandíbulas fortes, enquanto outros apresentem armas químicas sofisticadas, os diferentes mecanismos defensivos geram uma grande diversidade morfológica entre os soldados das espécies de térmitas, por isso, esta casta é a mais utilizada pelos taxonomistas (CONSTANTINO e ACIOLI, 2008).

Os ninhos variam desde galerias difusas no solo ou no interior de madeira, até ninhos grandes e complexos, que podem ser subterrâneos, epígeos ou arborícolas. As construções das térmitas são chamadas de termiteiros ou cupinzeiros e são feitos a partir de partículas de solo misturadas com saliva ou com suas próprias fezes. Termiteiros velhos são comumente ocupados

por muitos animais, incluindo outras espécies de cupins. Estes animais podem ou não interagir com a espécie construtora dos ninhos ou simplesmente utilizar-se deles como abrigo. No que se diz respeito aos hábitos alimentares, as térmitas podem ser desde xilófagas (alimentam-se exclusivamente de madeira), até humívoros (alimentam-se exclusivamente da matéria orgânica do solo, ingerindo grandes quantidades de solo mineral), passando por vários tipos intermediários. Cupins de todas as famílias, exceto Termitidae, dependem de protozoários simbiotes para digerir celulose, podendo cada espécie ter uma microbiota diferenciada de acordo com sua dieta específica (CONSTANTINO e ACIOLI, 2008).

A relação entre esse grupo e os campos de murundus é clara, já que junto aos montículos geralmente são encontrados termiteiros vivos ou mortos, podendo ou não haver cupins presentes. E acredita-se que estão intimamente ligados a gênese e evolução dessa formação.

Mathews (1977) desenvolveu uma teoria para explicar o papel dos termiteiros na gênese dos montículos encontrados no Brasil. Ele sugeriu que os murundus são formados através de um longo processo que envolve várias fases, cada uma das fases correspondente à ação de uma espécie diferente de térmita, como se segue: (1) Inicialmente, a espécie mais tolerante a solos úmidos (*Armitermes cerradoensis*) coloniza o campo durante a estação seca; (2) durante a estação chuvosa, uma outra espécie de cupim (*Anoplotermes sp.*) busca refúgio em torno do ninho de *A. cerradoensis*, contribuindo com larvas e solo para o monte; (3) após a morte da colônia de *A. cerradoensis*, seu ninho sofre degradação, embora continue a ser aumentado pela espécie *Anoplotermes* durante a estação chuvosa, e pode neste momento ser invadido por plantas; (4) na etapa seguinte, os montículos maiores seriam colonizados durante os anos mais secos por uma terceira espécie, *Cornitermes snyderi*, menos tolerante às inundações e, por isso, necessita se utilizar de grandes ninhos que fornecem uma plataforma mais seca ; e (5) na fase final, os ninhos de *C. snyderi* são atacados e destruídos sucessivamente por predadores, como o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), a reconstrução e reparação dos montes pelas mesmas ou novas colônias, acaba por levar ao aumento no tamanho do murundu.

### **3.4. Atividades de campo**

As atividades de campo ocorreram na área citada, uma chapada sedimentar (superfície de aplainamento) situada entre os municípios de Uberaba-Uberlândia, no Triângulo Mineiro-MG Primeiramente ocorreu a contagem e coleta das espécies vegetais presentes em sete montes aleatórios e na depressão adjacente a cada um deles seguida da abertura, descrição macromorfológica e coleta de amostra de solo em microrrelevo de murundus. A coleta da vegetação foi feita através da delimitação de parcelas de 3x3m sobre os murundus e também

nas áreas de depressão adjacentes a cada um deles, a amostragem seguiu critérios de Felfili et al. (2011). A descrição macromorfológica das estruturas do solo foi feita em um perfil de acordo com a proposta de Piron et al. (2012). Nesta proposta os autores discriminam, a olho nu, estruturas de solo produzidas por atividades antrópicas (de compactação e cultivo) e por atividades biológicas (raízes e mesofauna) e aquelas de gênese indefinida. No total, de acordo com a gênese, são propostas 11 tipos de estrutura possíveis de serem descritas no campo. Algumas das amostras serão coletadas, indeformadas e orientadas para estudo micromorfológico em laboratório.

Foi feita a elaboração de um perfil topográfico na transição entre o campo de murundus (depressão topográfica com hidromorfia) e o Latossolo do entorno para caracterizar os desníveis topográficos e a cartografia dos microrrelevos e das feições de superfície do solo e variações da vegetação (Figura 6).

### **3.5. Impregnação das amostras de solo**

Em laboratório, houve a impregnação das amostras de solo com resina poliéster e confecção de lâminas delgadas e polidas de 45 x 60 mm (FITZPATRICK, 1984). As amostras previamente secas foram colocadas em um dessecador acoplado em uma bomba de vácuo. Foi adicionada uma mistura com monômero de estireno (40-60%), resina de poliéster (40-60%) e catalisador (peroxisol, d e 3-5 gotas por litro). Esta mistura penetra lentamente por capilaridade na amostra de solo (Figura 3). Após, o término do processo e o endurecimento da resina, os monólitos foram cortados e laminados.



**Figura 3** – Amostra de solo impregnada.

### **3.6. Descrição micromorfológica**

A descrição micromorfológica foi feita com base na terminologia de Brewer (1964) e Bullock et al. (1985). Foram descritas a estrutura (pedalidade e unidades estruturais associadas a porosidade), o fundo matricial (natureza do esqueleto e do plasma), suas diferenciações (fases e manchas) e a distribuição relativa entre eles e as feições pedológicas. Entende-se por esqueleto os grãos minerais (essencialmente primários) com tamanho suficiente para serem individualizados com microscópio ótico e por plasma os constituintes (geralmente secundários) com granulometria fina demais para serem identificados oticamente. As lâminas foram observadas e descritas empregando luz transmitida sem cruzamento dos polarizadores, luz transmitida com polarizadores cruzados e luz refletida. A confecção das lâminas e a descrição foram realizadas no laboratório de microscopia óptica do DPM (Departamento de Petrologia e Metalogenia).

### **3.7. Digestão em ácido das amostras de solo**

A decomposição da amostra sólida foi realizada por radiação assistida por micro-ondas, sendo possível o controle da temperatura e pressão no frasco, podendo a amostra ser decomposta em tempo relativamente curto. As amostras de solo foram decompostas em frascos de TFM (tetrafluormetoxi) com capacidade para 14 mL e em forno de micro-ondas (Speedwave4, Berghof) equipado com rotor para 12 frascos (Figura 4) (método 3050A - EPA 1986.).

Para a decomposição, 150 mg de cada uma das amostras foram pesados e transferidos para frascos de TFM. Em seguida, foram adicionados 3 mL de HNO<sub>3</sub> e 1 mL de HCl. Os frascos foram fechados e introduzidos no interior do forno de micro-ondas. Todas as amostras foram analisadas em duplicata.

As soluções das amostras digeridas foram transferidas para frascos de polipropileno (PP) graduado e o volume foi completado a 50 mL com água ultrapura. Para a determinação do analito, esta solução foi ainda diluída duas vezes para Al, B, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Ti e Zn e quinhentas vezes para Al e Fe.

A determinação dos elementos foi realizada por meio de um espectrômetro de ICP-OES Thermo ICAP 6000. O equipamento utilizado realiza medições de forma sequencial e possui configuração com vista de observação axial e radial do plasma. Argônio foi utilizado para a geração do plasma, como gás auxiliar e de nebulização.





**Figura 4** – Equipamento de micro-ondas utilizado na digestão de amostras de solo, com sete frascos de TFM, contendo a mistura de ácidos e amostra de solo, encaixados e prontos para o início da digestão.

### **3.8. Caracterização Mineralógica**

A caracterização mineralógica por difratometria de raios-X foi feita em difratômetro Philips PW 1877, operado em potencial de 40 kV, corrente de 40 mA, com uso de monocromador para eliminação da radiação  $K\beta$ , e tubo de cobre (radiação  $K\alpha$ ,  $\lambda=1,54186 \text{ \AA}$ ). Foi utilizado o equipamento do Núcleo de Pesquisa em Geoquímica e Geofísica da Litosfera (NUPEGEL).

### **3.9. Análise dos dados quantitativos**

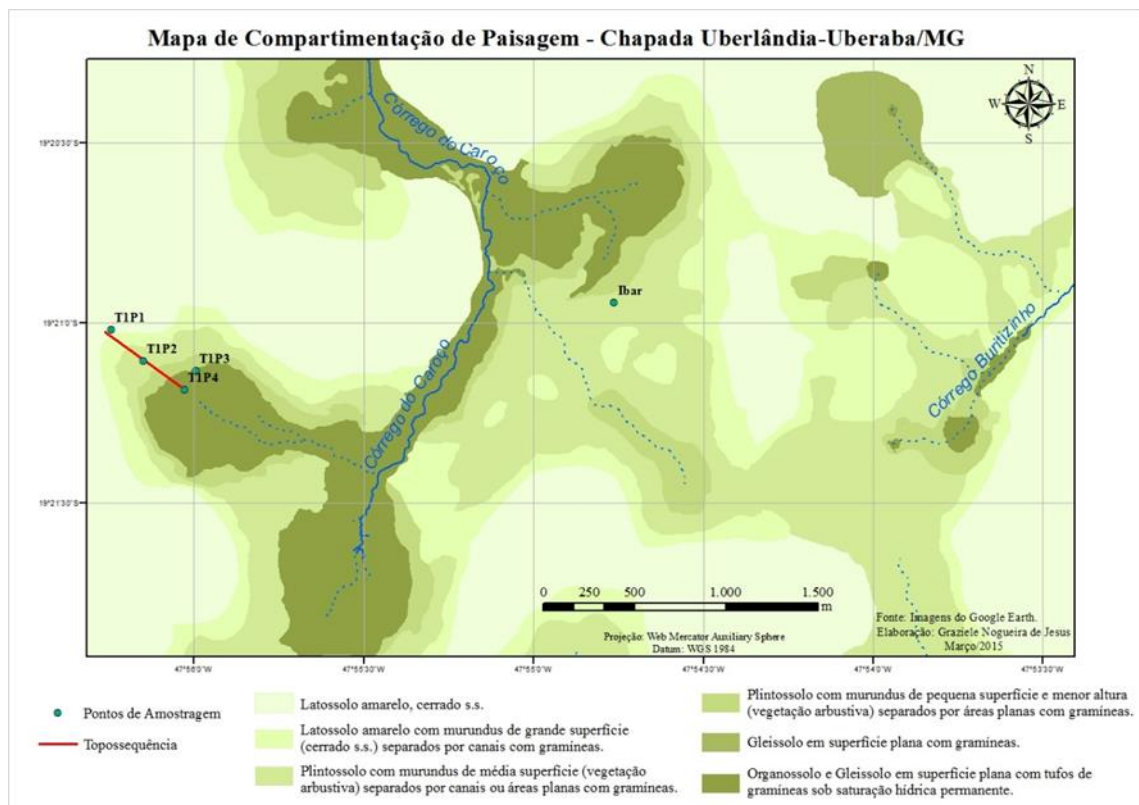
A partir dos dados de características dos solos obtidos pela Tabela-1 foi feita uma Análise de Multivariância Permutacional (PERMANOVA) com o programa computacional “R” (R: A language and environment for statistical computing., 2011), utilizando dois dos pacotes do referido programa: “vegan” e “cluster”, a fim de comparar as médias obtidas em todas as variáveis do solo levando em consideração os dois tratamentos (murundu e depressão) do presente estudo. Uma Análise dos Componentes Principais (PCA) também foi realizada a fim de evidenciar diferenças entre os pontos de amostragem e suas respectivas profundidades, colocando-os num gráfico juntamente com cada uma das variáveis do solo consideradas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

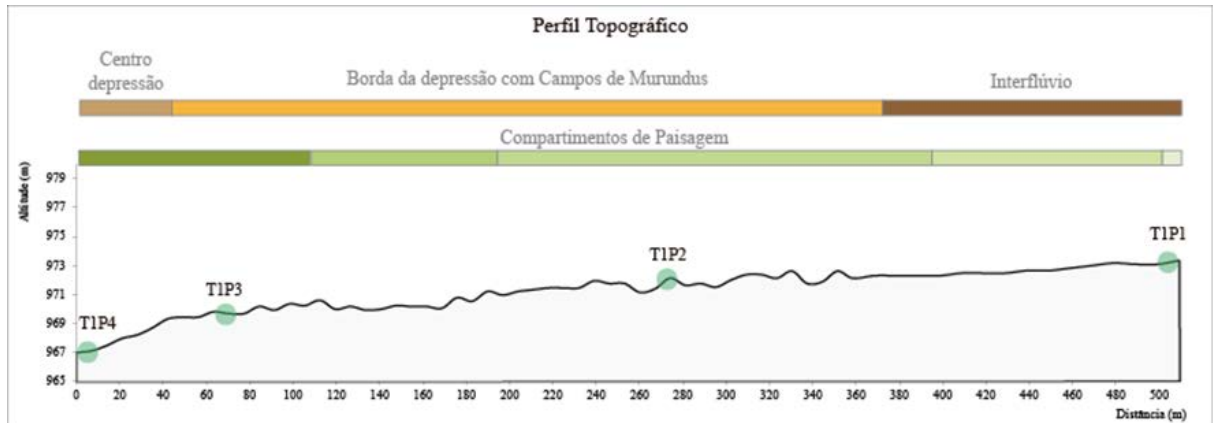
### 4.1. Perfil topográfico

Foi feito um perfil topográfico no segmento que envolve a depressão topográfica hidromórfica, o campo de murundus e o interflúvio que representa o segmento melhor drenado da paisagem, com presença de solo Glei fortemente desferruginizado. O objetivo foi o de reconhecer o desnível topográfico entre os segmentos da vertente, localizar a distribuição espacial dos murundus para posterior análise de suas relações com os solos da montante e jusante da vertente com vistas à compreensão de sua gênese.

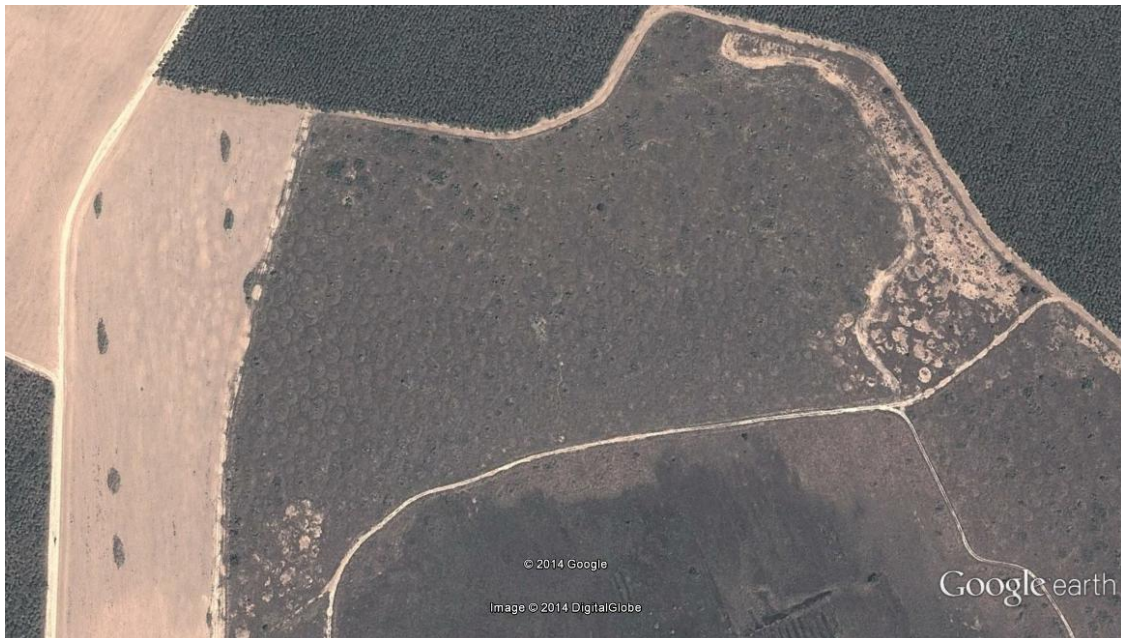
Os murundus começam a aparecer a partir do limite externo da depressão topográfica, formando as microtopografias características. Na vertente, as microtopografias se estendem por 320 metros e desaparecem na montante caracterizada pela presença de um solo melhor drenado (Latossolo Amarelo). O perfil topográfico revela que na paisagem, os murundus se desenvolvem na transição entre as zonas hidromórficas e não hidromórficas. O desnível topográfico entre o centro da depressão e a borda externa do campo de murundus é de 6 metros.



**Figura 5** – Mapa de compartimentação da paisagem: mostrando, entre outros, o ponto T1P2, trado para a realização deste estudo e os tipos de solo encontrados na paisagem.



**Figura 6** – Perfil topográfico que mostra, entre outros pontos, T1P2, situado na área de estudo compreendida pelos campos de murundus.



**Figura 7** – Campos de murundus onde estão situados os pontos T1P2, em murundu, e T1P2-J, em depressão.

#### 4.2. Descrição de amostras de solo

A trincheira (T1P2 e T1P2-J) foi aberta envolvendo um segmento entre um murundu (T1P2) e a depressão (T1P2-J) que o circunda e está localizado na borda da depressão. A descrição e coleta nas profundidades maiores foram feitas por tradagens. Foram coletadas 15 amostras para análises químicas e mineralógicas e 7 amostras indeformadas para confecção de lâminas.

Considerando sua posição topográfica, o solo do murundu representa o solo desenvolvido na transição entre os perfis com propriedades Gleis, que estão submetidos à maior influência da elevação do nível freático (no centro e periferia dentro da depressão topográfica) e o Latossolo

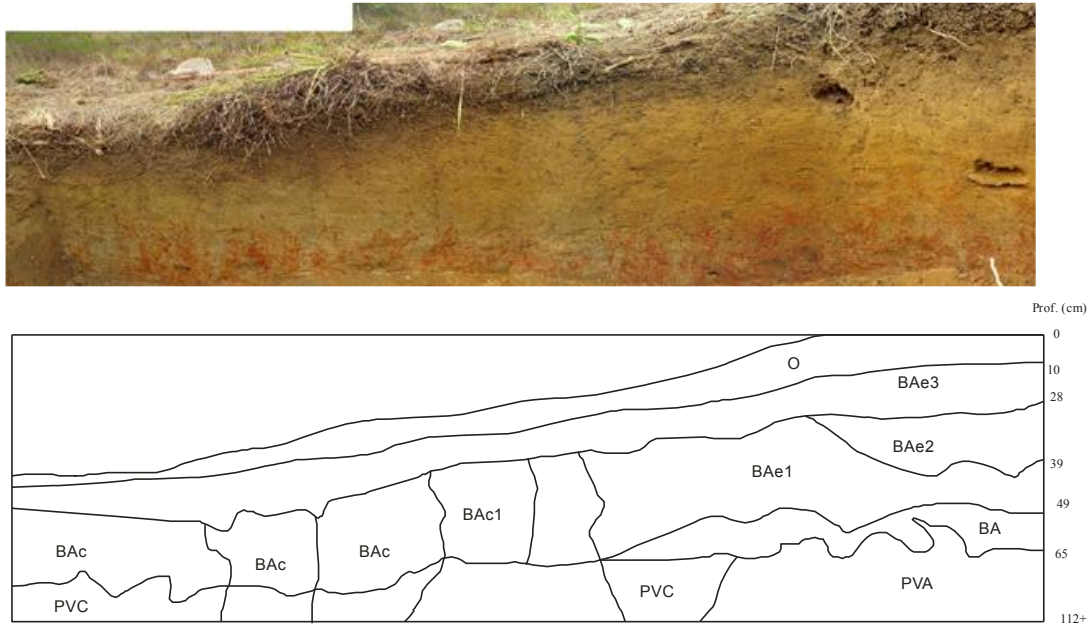
Amarelo localizado nas partes melhor drenadas do platô. A trincheira T1P2 (Figura 2) representa o solo desenvolvido na periferia da depressão topográfica, quando então, a montante, é substituído pelo Latossolo Amarelo recoberto pelo cerrado aberto. A vegetação de cobertura é composta por gramíneas nativas, arbustos e pequenas árvores que se desenvolvem apenas sobre o murundu enquanto na depressão que o circunda se desenvolve apenas gramíneas do cerrado, indicativo dos campos alagados do cerrado, e as vezes por exóticas como *Melinis minutiflora* (capim-gordura).

Nesta trincheira encontram-se 5 conjuntos de horizontes: (1) plintita vermelha e amarela; (2) plintita com predomínio de volumes cinza claro; (3) horizontes bruno amarelado a amarelo brunado; (4) horizontes bruno amarelado escuro; (5) horizontes bruno amarelado claro (Figura 9).



**Figura 8** – Trincheira aberta em murundu para observação e coleta de solo.





**Figura 9** – Horizontes da trincheira aberta na transição entre o centro de um murundu e a depressão que o circunda. Predomínio de horizontes amarelados sobre plintita vermelha, amarela e cinza claro.

### (1) Horizontes manchados de alteração

Prof. 460 cm: rocha alterada comportando volumes vermelho (2,5YR 5/8), amarelo avermelhado (7,5YR 6/6) e bruno amarelado claro (10YR 6/4) organizados em lentes, argilo-arenoso a argilo-silto-arenoso.

Prof. 450–210 cm: sequência de horizontes contendo volumes vermelho pálido e bruno amarelado claro, silto-argiloso

Prof. 210-150 cm: sequência de horizontes com volumes vermelho e bruno amarelado claro, argilo-siltoso

### (2) Horizontes manchados plínticos vermelho e amarelo:

**Horizonte PVA** (prof. 112 – 65cm): plintita associando volumes amarelo-brunado (10YR 6/6) e vermelho (2,5YR 5/6) e muitos nódulos vermelhos mais escuros (10R 4/8). Aparecem volumes alongados verticalmente bruno-amarelado-claro (10YR 6/4). Porosidade tubular preenchida com argila bruno acinzentado (10YR 5/2) com raízes. Argiloso a argilo-siltoso, maciço que se desfaz em microagregados. No topo da plintita, em transição para o horizonte superior, ocorre com a diminuição do mosqueamento e permanência de nódulos que tornam-se, porém, menores. Aparecem pontuações amarelas brunadas (10YR 6/6).

**(3) Horizontes bruno-amarelado a amarelo-brunado:**

**Horizonte BA** (prof. 65-49 cm): Horizonte amarelo-brunado (10YR 5/6) a bruno-amarelado (10YR 6/6) com nódulos pequenos e alguns amarelos. Mais seco e coeso, maciço a granular fraco, porosidade tubular preenchida assim como descrito na plintita. Raízes inferior a 1mm.

**Horizonte BAe1** (prof. 49-39cm): Transição gradual por leve escurecimento da matriz pela matéria orgânica, cor bruno-amarelado (10YR 5/6). Argilosa, estrutura maciça que se desfaz em pequenos blocos (3 a 5 mm) e microagregados. Estrutura grumosa no entorno e preenchendo porosidades, raízes de diâmetro superior (mm) às encontradas nos outros horizontes.

**Horizonte BAe2** (prof. 39-28 cm): Transição gradual pelo aumento da matéria orgânica apresentando cor bruno-amarelado (10YR 5/6), porosidade tubular antiga preenchida por material pedogeneizado bruno amarelado escuro (10YR 5/4 a 5/6) e preenchida por argila cinza escura. Muitas raízes (mm). Argilosa com estrutura grumosa.

**(4) horizontes bruno-amarelado escuro:**

**Horizonte BAe3** (prof. 28-10cm): Transição abrupta por apresentar mais matéria e atividade orgânica com formiga e cupim. Bruno amarelado escuro (10YR 4/6 e 10YR 3/4), argiloso e estrutura grumosa. Raízes grossas de até 1cm.

**Horizonte O** (prof. 0-10cm): Intensa atividade biológica, bruno muito escuro (10YR 3/3) com canais preenchidos com material bruno acinzentado escuro (10YR 4/2). Argiloso com estrutura grumosa.

**(2) Horizonte plíntico com predomínio de volumes cinza claro:**

**Horizonte PC** (prof. 56cm+): aparece no segmento da depressão do murundu e corresponde a transição lateral da plintita vermelha e amarela (PVA). Caracteriza-se pela associação de volumes bruno pálido (10YR 6/3) e bruno amarelado claro (10YR 6/4) com volumes vermelho claro (10R 6/6), alguns comportando nódulos com auréola vermelha clara. Fraturas verticais cortam este horizonte que reflete na formação de matriz mais clara. No interior das fraturas há material orgânico proveniente dos horizontes da superfície. Argiloso a argilo-siltoso, maciço com estrutura em blocos entre as fraturas.

**(5) Horizonte bruno-amarelado claro:**

**Horizonte BAc** (prof. 56-37cm): corresponde à transição lateral do horizonte bruno amarelado escuro. No segmento jusante da trincheira e no entorno das fraturas a matriz é de cor bruno amarelado claro (10YR 6/4). Argiloso, maciço com leve microestrutura.

### 4.3. Identificação Vegetal

Guias e a ajuda de especialistas contribuíram para a identificação das espécies. Nas 14 parcelas amostradas foram encontradas plantas de 16 famílias, 24 gêneros e 33 espécies. 78% das espécies foram identificadas, a falta de uma nova saída de campo impossibilitou o reconhecimento dos 22% restantes que não se encontravam em floração durante a primeira coleta, entretanto já é possível notar a grande diferença no padrão espacial tomado pela comunidade vegetal nos campos de murundus, deixando clara a diferença na cobertura vegetal das áreas sobre os murundus e das áreas ao seu entorno. A Tabela abaixo lista as espécies encontradas, suas respectivas famílias e quantas vezes se repetiram nas diferentes parcelas. Conseguimos observar o quão semelhantes são as parcelas de murundus entre elas, e de mesmo modo, as em depressões entre si.

**Tabela 1** – Lista de espécies vegetais encontradas em depressões e murundus, separadas pela família e com indicação do número de repetições nos diferentes tipos de parcela (murundu e depressão).

#### Coleta em murundus

<b>Família</b>		Nº de repetições em parcelas
<i>Espécie</i>		
<b>Asteraceae</b>		
<i>Calea sp.</i>		1
<i>Chresta sphaerocephala</i>		3
<i>Chromolaena sp.</i>		4
<i>Lepidaploa sp.</i>		1
<b>Bignoniaceae</b>		
<i>Jacaranda sp.</i>		5
<b>Cuscutaceae</b>		
<i>Kielmeyera coriacea</i>		2
<i>Kielmeyera sp.</i>		2
<b>Dilleniaceae</b>		
<i>Davilla elliptica</i>		1
<b>Erythroxylaceae</b>		
<i>Erythroxylum sp.</i>		1
<i>Erythroxylum suberosum</i>		2
<b>Fabaceae</b>		
sp. ñi		1
<b>Gesneriaceae</b>		
<i>Siningia sp.</i>		1
<b>Malpighiaceae</b>		
<i>Byrsonima intermedia</i>		1
<i>Byrsonima sp.</i>		1
<i>Byrsonima pochyphilla</i>		1
<i>Heteropterys byrsonima</i>		1
<b>Melastomataceae</b>		
<i>Miconia albicans</i>		5

<i>Miconia sp.</i>	7
<b>Myrtaceae</b>	
<i>Campomanesia pubescens</i>	1
<i>Eugenia aurata</i>	1
<i>Myrcia guianensis</i>	1
<i>Myrcia obovata</i>	1
<i>Myrcia uberavensis</i>	7
<b>Ochnaceae</b>	
<i>Ouratea sp.</i>	1
<b>Poaceae</b>	
<i>Loudeutiopsis chrysothrix</i>	4
sp. ñi	2
sp. ñi	1
<b>Rubiaceae</b>	
sp. ñi	1
sp. ñi	1
<b>Styracaceae</b>	
<i>Styrax sp.</i>	1

---

## Coleta em depressões

<b>Asteraceae</b>	
<i>Ageratum fastigatum</i>	6
<i>Chromolaena sp.</i>	3
<i>Chromolaena sp.*</i>	2
<i>Lepidaploa rufogrisea</i>	3
sp. ñi	1
sp. ñi	1
<b>Eriocaulaceae</b>	
<i>Eriocaulon sp.</i>	2
<b>Melastomataceae</b>	
<i>Microlicia sp.</i>	1
<b>Poaceae</b>	
<i>Echinolaena inflexa</i>	1
<i>Loudetropsis chrysothrix</i>	2
sp. ñi	2
sp. ñi	3
sp. ñi	2
<b>Rubiaceae</b>	
sp. ñi	1
<b>Xyridaceae</b>	
<i>Xyris sp.</i>	5

---



A tabela nos permite perceber o quão diferente são as comunidades vegetais existentes nos dois tipos de áreas estudadas. A presença de uma mesma espécie nos dois tratamentos foi muito rara, ao passo que a repetição de espécies em parcelas do mesmo tratamento foi evidente. Grande parte das espécies encontradas em murundus é encontrada também em cerrado típico e formações florestais do cerrado como é o caso de algumas Mytaceae, Malpighiaceae e Clusiaceae.



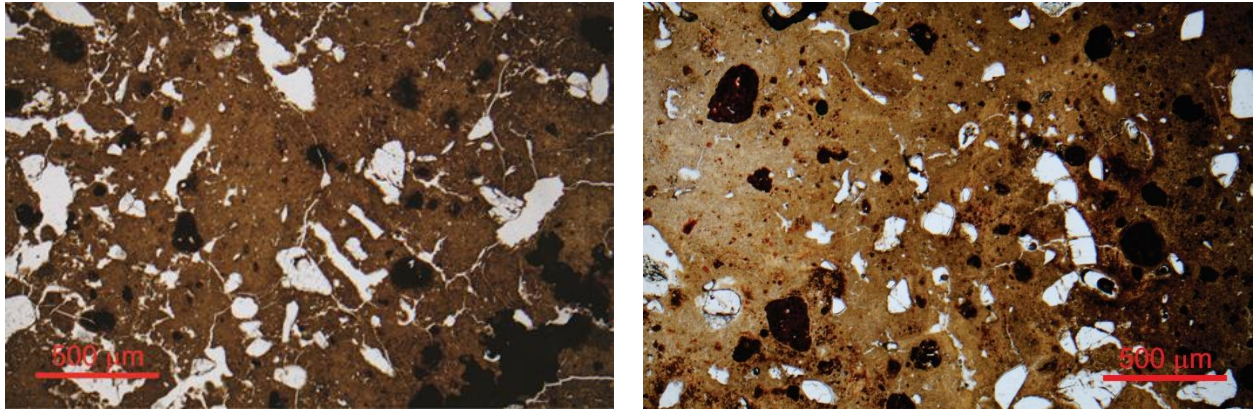
**Figura 10** – Nos murundus, como mostra a tabela, uma das espécies com maior presença em parcelas foi *Myrcia uberavensis*, presente em todas as parcelas coletadas sobre os montes e podendo chegar ao porte arbóreo.



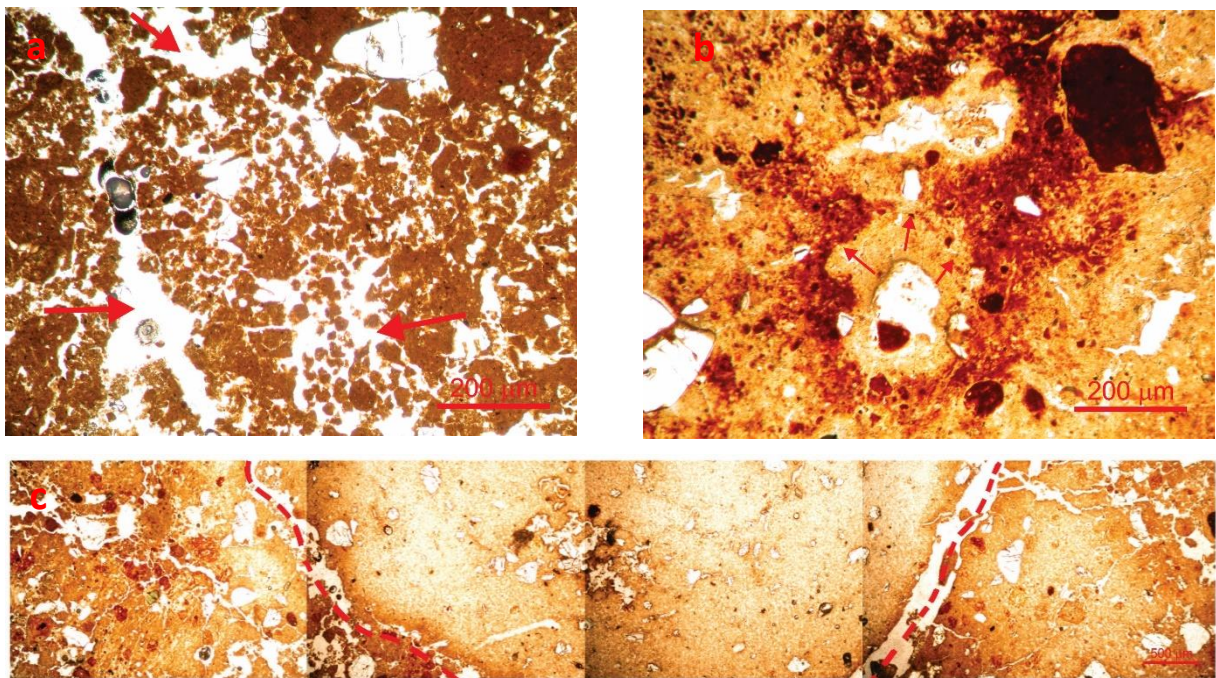
**Figura 11** – Já nas depressões uma das espécies foi encontrada em seis das sete parcelas amostradas nas áreas mais baixas. *Ageratum fastigiatum* pertencente à família das Asteraceae é associada aos campos sujos e limpos do cerrado brasileiro.

#### 4.4. Análise das lâminas de solo

As lâminas geradas foram observadas em microscópio óptico e diversas estruturas indicativas de atividade biológica foram encontradas. As figuras 6 e 7 indicam respectivamente lâminas de T1P2-J em depressão e da T1P2 em murundu.



**Figura 12** – Nota-se em T1P2-J a grande concentração de nódulos ferruginosos, o solo mais compactado e uma menor concentração de poros, bem como de microagregados.



**Figura 13** – (a) Em evidência, muitos poros e microagregados de origem biológica. (b) poros tornam-se caminho preferencial da perda de ferro. O plasma vermelho amarelado orienta o plasma vermelho escuro. (c) em evidência preenchimento biológico cinza claro com poucos poros e sem nódulos em meio a matriz vermelho amarelada com muitos poros e nódulos. Microagregados aparecem junto as “paredes” do preenchimento.

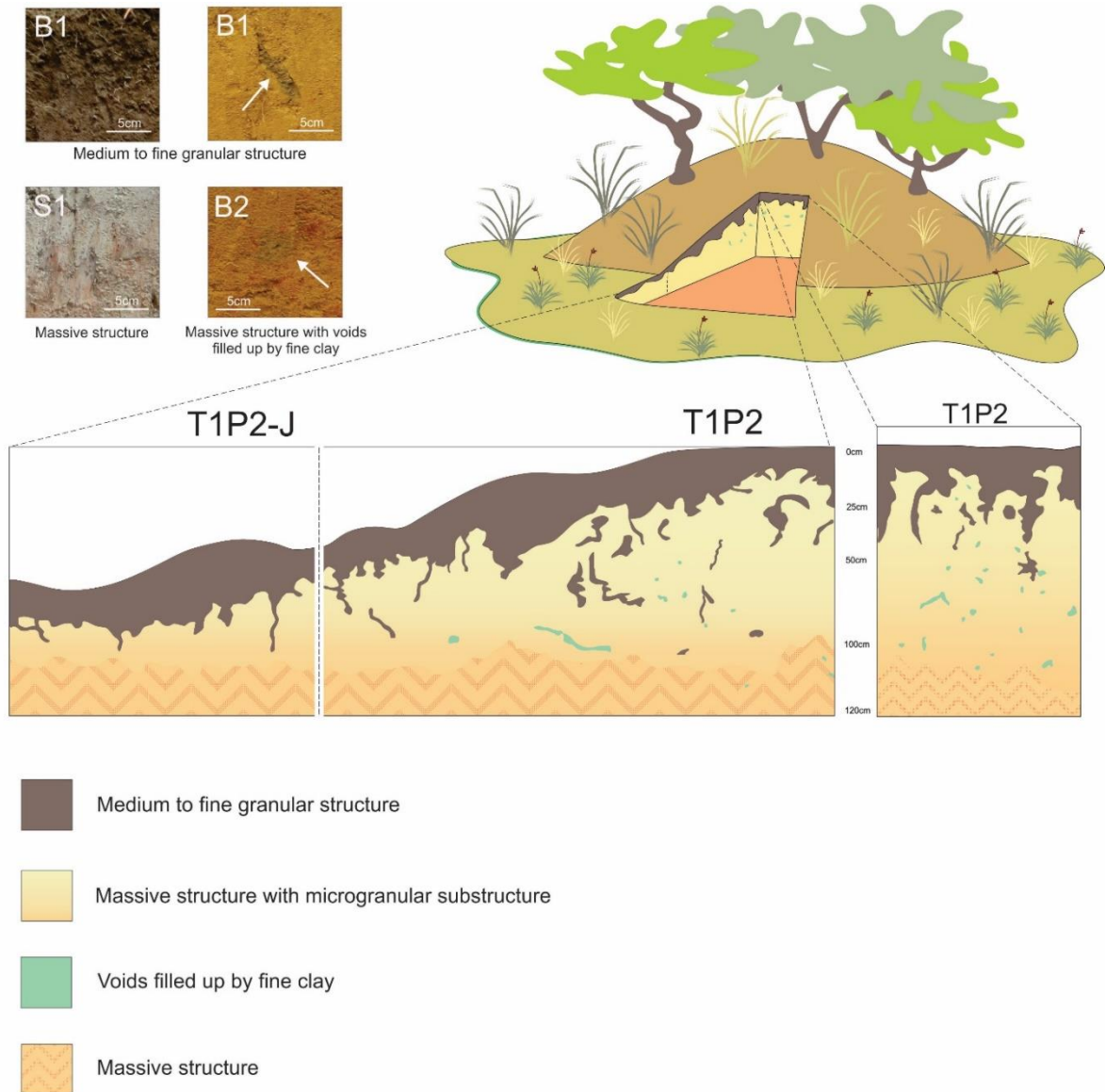
#### 4.4. Mapeamento do perfil topográfico

A fim de demarcar a atividade biológica nos perfis escavados em murundu e depressão estruturas de origem biológica foram identificadas e regiões de mapeamento separadas em três categorias: B1, compreendendo estruturas granulares médias a finas, presentes tanto em superfície quanto no horizonte logo abaixo relacionado à atividade radicular e da biota que tem esta região como habitat; B2 que indica um horizonte repleto de poros biológicos preenchidos com material de diferente coloração e granulometria (acinzentado e mais fino); e por fim S1, horizonte maciço e sem vestígios da atividade das térmitas, como ilustra a Tabela 2. O mapeamento foi realizado a partir de imagens fotográficas coletadas em campo e da identificação visual das estruturas mencionadas resultando em 3 diferentes ilustrações: T1P2-J e T1P2.

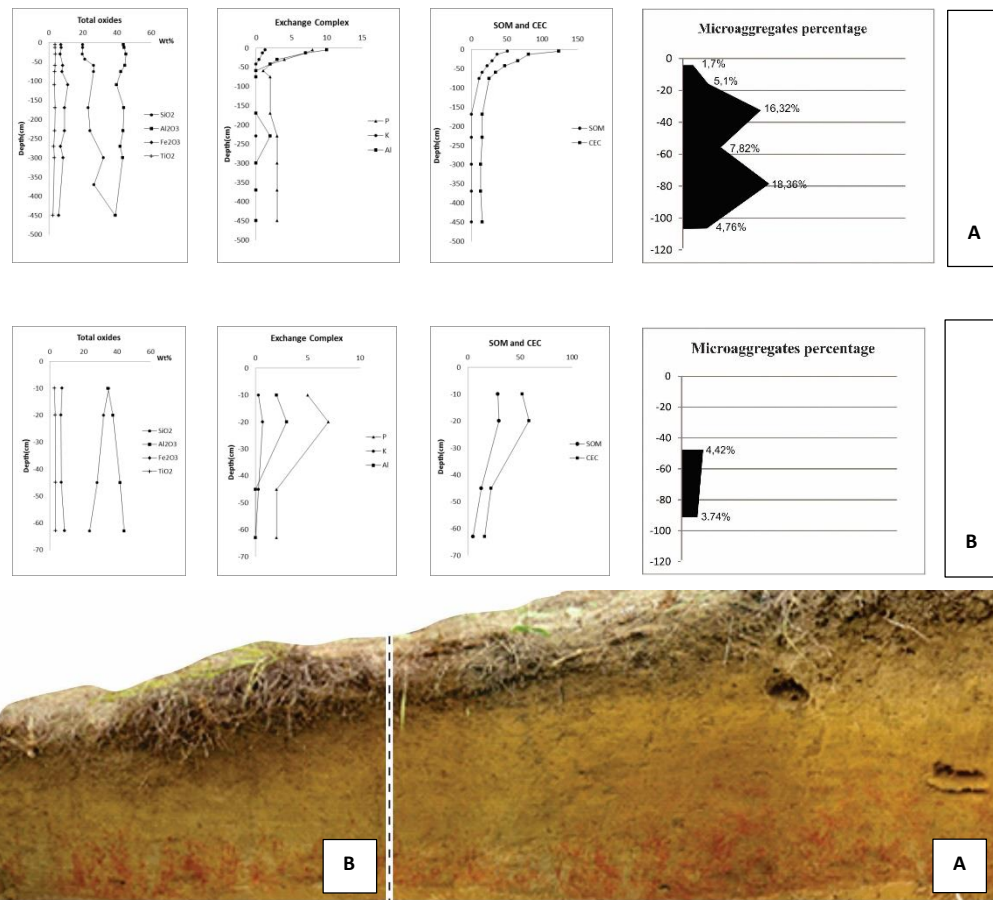
**Table 2** – Tabela contendo os padrões encontrados nos solos dos perfis analisados, adaptado de Piron et al, (2012)

Tipo de formação	Características morfológicas	Código
Biológica		
Térmitas e raízes	Estruturas granulares (~5 mm) associadas ou não com o sistema radicular. Rugosidades e porosidade mediana. Precipitação química nas paredes dos poros. Está presente dentro de fissuras que são impregnadas com material fino de coloração ocre.	B1
Térmitas	Estrutura maciça com presença de agregados microgranulares (< 0.5 mm). Cavidades preenchidas com material muito fino. Porosidade considerável.	B2
Processo de formação indefinido	Estrutura maciça, sem a presença de agregados. Porosidade fina a muito fina atribuída à argila e barro. Influência do nível do lençol freático (horizonte mosqueado).	S1





**Figura 14** – Estruturas de solo encontradas na trincheira escavada (B1,B2 e S1) e esquema de murundu encontrado na área de estudo com a indicação das áreas de escavação que foram mapeadas, T1P2-J e T1P2.



**Figura 15** – A: Topo do murundu, coberto por arbustos e árvores do cerrado (T1P2); B: Depressão adjacente, presença de gramíneas. (T1P2-J)

### 4.5. Compilação dos dados

Para que fosse possível analisar as variáveis químicas do solo, as amostras coletadas em campos foram submetidas a diversos testes: Análise da quantidade de um complexo sortivo de características, fluorescência de raios-X, e das densidades em cada ponto amostrado. Abaixo encontram-se os resultados desses referidos testes.

**Tabela 3** – pH, M.O. e um complexo sortivo delimitado nos perfis T1P2 e T1P2J

Trenches/Depth (cm)	pH	M.O.	P	K	Al	CTC
<b>T1P2</b>						
0-5	4.1	51	8	1.3	10	123.3
10-13	4.1	36	7	0.9	7	80.9
20-30	4.3	29	4	0.4	3	65.4
40-43	4.4	22	2	< 0.2	2	47.2
50-60	4.7	15	1	< 0.2	< 1	34.1
70-76	5.2	11	2	< 0.2	< 1	25.1
160-170	5.7	< 2	2	< 0.2	< 1	15.1

220-230	6.0	<2	3	<0.2	2	15
250-300	6.1	<2	3	<0.2	<1	13
350-370	6	<2	3	<0.2	<1	13.1
400-450	5.3	<2	3	<0.2	<1	15.1
<b>T1P2-J</b>						
0-10	4.5	29	5	0.3	2	52.3
10-20	4.4	30	7	0.7	3	58.7
25-45	5.2	13	2	0.3	<1	22.3
45-63	5.9	5	2	<0.2	<1	16.2

**Tabela 4** – Óxidos Totais (elementos maiores) determinados por Fluorescência de raios-X nas trincheiras

Trincheira Prof. (cm)	Horizonte	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO+CaO+Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	LOI
<b>T1P2</b>								
5	O	19,8	43,9	7,1	3,7	0,0	0,07	25,4
13	BAe3	19,9	44,2	7,2	3,7	0,0	0,11	24,9
30	BAe2	19,7	45,4	6,7	3,8	0,0	0,08	24,3
60	BA	21,2	44,6	8,1	3,6	0,0	0,18	22,3
76	PVA transição BA	26,4	42,3	7,6	3,5	0,1	0,08	20,1
110	PVA	26,4	39,7	11,1	3,2	0,0	0,10	19,4
170	ALT	23,0	44,1	9,2	3,6	0,1	0,08	19,8
230	ALT	24,1	43,6	9,1	3,5	0,0	0,41	19,3
370	ALT	32,1	41,9	6,9	2,7	0,0	0,14	16,2
300	ALT	26,6	43,3	8,4	3,1	0,0	0,08	18,5
450	ALT	39,0	39,2	5,8	2,3	0,0	0,08	13,5
<b>Média</b>		<b>23,2</b>	<b>38,9</b>	<b>7,1</b>	<b>3,0</b>	<b>0,02</b>	<b>0,12</b>	<b>18,6</b>
<b>T1P2J</b>								
10	A	35.0	34.5	7.3	2.8	0.09	0.12	20.2
20	BAe3	32.1	37.5	6.6	3.1	0.02	0.11	20.6
45	BAc	28.2	41.9	6.7	3.3	0.01	0.08	19.9
63	PVC	23.6	44.3	8.7	3.4	0.02	0.09	19.9
<b>Média</b>		<b>29.7</b>	<b>39.6</b>	<b>7.3</b>	<b>3.1</b>	<b>0.03</b>	<b>0.09</b>	<b>20.2</b>

**Tabela 5** – Densidade das diferentes profundidades nos diferentes locais de coleta de solo: T1P2 em murundu e T1P2-J em depressão. Solos em depressão são mais densos devido à menor quantidade de poros, provenientes de atividade biológica.

Local e profundidade	massa(g)	volume(cm3)	densidade (g/cm3)
T1P2- 0-10	90.555	105.87	0.855341457
T1P2- 0-10	91.822	105.87	0.867308964
T1P2- 0-10	87.841	105.87	0.829706244
<b>Média</b>			<b>0.850785555</b>
T1P2- 30	108.855	105.87	1.028194956
T1P2- 30	87.777	105.87	0.829101729
T1P2- 30	100.244	105.87	0.946859356
<b>Média</b>			<b>0.93471868</b>
T1P2- 80	96.66	105.87	0.913006517
T1P2- 80	111.65	105.87	1.054595258
T1P2- 80	88.09	105.87	0.832058185

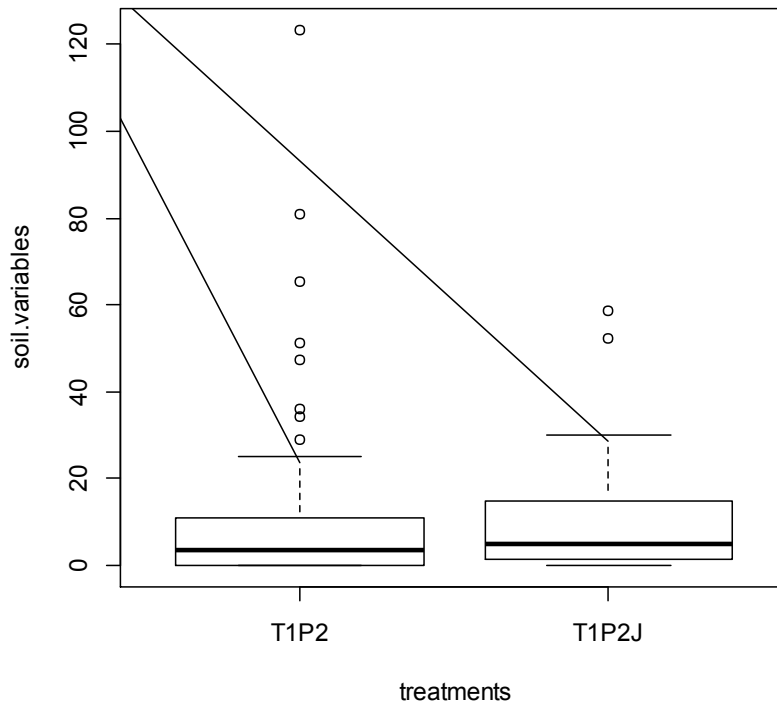
<b>Média</b>			<b>0.933219987</b>
T1P2J- 10	107.116	105.87	1.011769151
T1P2J- 10	108.885	105.87	1.028478322
T1P2J- 10	116.175	105.87	1.097336356
<b>Média</b>			<b>1.045861276</b>
T1P2J- 30	97.16	105.87	0.917729291
T1P2J- 30	90.28	105.87	0.852743931
T1P2J- 30	91.945	105.87	0.868470766
<b>Média</b>			<b>0.879647996</b>
T1P2J- 70-80	136.34	105.87	1.2878058
T1P2J- 70-80	136.808	105.87	1.292226315
T1P2J- 70-80	148.8	105.87	1.405497308
<b>Média</b>			<b>1.328509808</b>

---

#### 4.6. Análises estatísticas

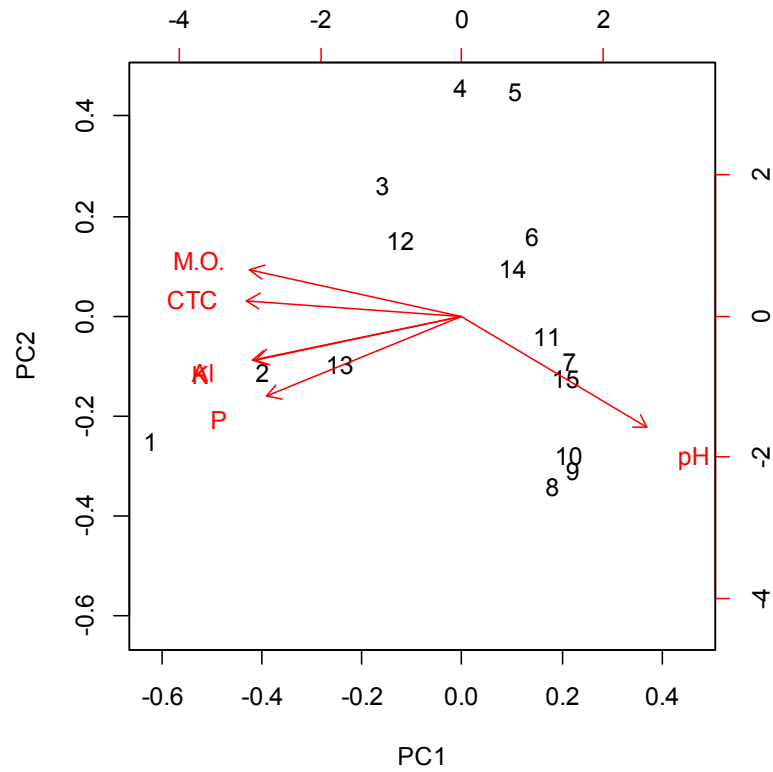
A diferença encontrada entre as variâncias não foi significativa, o gráfico de caixas (Figura-16) gerado pelo programa nos trás esta certeza, este resultado nos dá margem para diversas conclusões. Pode-se dizer, já que não existe uma grande diferença entre os fatores químicos dos solos de depressões e murundus, que a heterogeneidade da paisagem deve-se em sua maior parte as divergências físicas do ambiente causadas pelas sucessivas gerações de ninhos de cupins, que modificam tanto em superfície quanto em profundidade a estrutura do solo, pela atividade radicular da própria vegetação ao longo do tempo e pelas consequências físicas do intemperismo ao longo dos anos.





**Figura 16** – Gráfico de caixas da comparação das variâncias das variáveis químicas do solo entre os dois tratamentos: murundu e depressão. Diferença não significativa: grande número de outleirs e médias muito próximas.

Em contrapartida o gráfico da Análise dos Componentes Principais (PCA) (Figura-10) nos indica o quão diferentes são as amostras em relação à profundidade. As amostras 1, 2 e 3 (de T1P2) e 12, 13 e 14 (de T1P2J) coletadas nas camadas mais superficiais do solo estão associadas a características correspondentes a fertilidade do solo, como a matéria orgânica presente e as concentrações de fósforo (P) e potássio (K), com pH mais ácido a camada superficial do solo de ambos os tratamentos se diferencia das camadas mais profundas com menos acidez, os outros pontos margeando a seta do pH no gráfico ilustram essa afirmação. É importante levarmos em consideração também que o teor de alumínio (Al) é mais abundante nas amostras superficiais do murundu, o que leva os pontos 1 e 2 da trincheira T1P2 a ficarem mais abaixo na distribuição no gráfico, enquanto que 12, 13 e 14, pontos da trincheira em depressão, estão mais afastados da seta que representa a variável alumínio.



**Figura 17** – Gráfico da PCA das variáveis dos solos coletados. Os pontos seguem as variáveis as quais se relacionam: Pontos em camadas mais superficiais (1, 2, 12, e 13, por exemplo) apresentam relação com a fertilidade na medida em que margeiam as setas de M.O., CTC, K, P e Al e com a acidez do solo, enquanto que muitos dos demais pontos, em maior profundidade, seguem a seta do pH indicando solos menos ácidos.

## 5. CONCLUSÃO

A distribuição das espécies da vegetação nos murundus e nas depressões adjacentes é sensivelmente diferente. Enquanto que nos montes a associação de espécies vegetais é mais complexa, coexistindo espécies do cerrado típico com a de campos sujos e limpos, nas depressões notamos espécies comuns a terrenos campestres alagáveis como *Xyris* sp.. Estes resultados contribuem com a hipótese de que térmitas e a vegetação estabelecem uma interação entre si e também com os demais elementos do ecossistema, funcionando da seguinte maneira: a elevação dos montes, seja ela produzida por térmitas, por intemperismo ou ambos conjugados, permite o estabelecimento e a manutenção de cupinzeiros. Os cupins, por sua vez, considerados engenheiros de ecossistemas pela sua habilidade de modificar a estrutura do habitat, aumentam a disponibilidade de recursos para as outras espécies através de transformações físicas do ambiente (LAVELLE et al., 1997), no que se diz respeito aos solos a comparação das médias de densidade entre as diferentes regiões deixa isso claro, visto que nos murundus o solo apresenta um maior número de microagregados e principalmente de poros de origem biológica, fazendo com que os solos sejam menos densos. Em conjunto com a topografia os cupins produzem um ambiente favorável ao crescimento de uma vegetação característica, com espécies do cerrado sensu stricto entre as várias que se estabelecem sobre os montes, além de servirem como fonte de alimento para, por exemplo, *Mirmecofaga tridactyla*. A vegetação traz aos murundus fontes de alimento e abrigo para diversas outros seres como aves e mamíferos, criando verdadeiras ilhas-ecológicas (OLIVEIRA FILHO, 1988) nas vertentes tomadas pelos campos alagáveis do cerrado no Brasil central.

Dessa forma, percebe-se a existência de um ecossistema intrinsecamente e sensivelmente interligado. A eliminação das térmitas poderia acarretar na diminuição da biodiversidade através da extinção local de outras espécies, o que corrobora a hipótese de Redford (1984) que cita o cupim como espécie-chave do cerrado.

A preocupação com essas áreas se torna ainda mais necessária quando levamos em conta a legislação ambiental brasileira, em que o cerrado não aparece na lista de biomas protegidos. Tal situação é produto da negligência do Estado ou dos interesses de nossos governantes e dos setores privados do nosso país em expandir os limites da agricultura e pecuária no Brasil central. Os campos de murundus, por serem adjacentes aos solos hidromórficos e corpos d'água e devido à importância ecológica como "ilhas de cerrado" deveriam ser áreas protegidas pelo sistema de leis ambientais, tais como são as veredas, e, dessa forma, sua relevância ambiental, atestada pelo presente estudo, seria conservada e defendida pela legislação de nosso país.

## 6. REFERÊNCIAS

- BREWER, Roy. **Fabric and mineral analysis of soils**. John Wiley & Sons Inc.1964.
- BULLOCK, Peter et al. **Handbook for soil thin section description**. Waine Research, 1985.
- CONSTANTINO, R.; ACIOLI, A. N. S. Diversidade de Cupins (Insecta: Isoptera) no Brasil. **Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros**, p. 278-297, 2008.
- CORRÊA, G. F. **Les microreliefs" Murundus" et leur environnement pedologique dans l'ouest du Minas Gerais, region du plateau central bresilien**. l'Universite de NancyI, 1989.
- COUTINHO, Leopoldo M. O conceito de Cerrado.(The concept of Cerrado.). **Rev. Brasil. Bot**, v. 1, n. 1, p. 17-23, 1978.
- DAWES, T. Z. Impacts of habitat disturbance on termites and soil water storage in a tropical Australian savanna. **Pedobiologia**, v. 53, n. 4, p. 241-246, 2010.
- DE OLIVEIRA, Fábio Soares et al. The role of biological agents in the microstructural and mineralogical transformations in aluminium lateritic deposit in Central Brazil. **Geoderma**, v. 226, p. 250-259, 2014.
- FELFILI, Jeanine Maria et al. **Procedimentos e Métodos de Amostragem de Vegetação**. Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 86-121, 2011.
- FITZPATRICK, Ewart Adsil. The micromorphology of soils. In: **Micromorphology of soils**. Springer Netherlands, 1984.
- GIBBS, James P. Wetland loss and biodiversity conservation. **Conservation biology**, v. 14, n. 1, p. 314-317, 2000.
- LAVELLE, P. et al. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **European Journal of soil biology**, v. 33, n. 4, p. 159-193, 1997.

MATHEWS, AG Anthony. **Studies on termites from the Mato Grosso state, Brazil**. Rio de Janeiro: Academia brasileira de ciências, 1977.

MEYSMAN, Filip JR; MIDDELBURG, Jack J.; HEIP, Carlo HR. Bioturbation: a fresh look at Darwin's last idea. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 21, n. 12, p. 688-695, 2006.

OLIVEIRA FILHO, Ary Teixeira de et al. **A vegetação de um campo de Monchões microrrelevos associados a cupins na região de Cuiaba (MT)**. 1988

OLIVEIRA-FILHO, Ary Teixeira. The vegetation of Brazilian 'murundus'—the island-effect on the plant community. **Journal of Tropical Ecology**, v. 8, n. 4, p. 465-486, 1992.

PIRON, Denis et al. Morphological description of soil structure patterns produced by earthworm bioturbation at the profile scale. **European journal of soil biology**, v. 50, p. 83-90, 2012.

PONCE, Victor M.; DA CUNHA, Catia N. Vegetated earthmounds in Tropical Savannas of Central Brazil: A synthesis: With special reference to the Pantanal do Mato Grosso. **Journal of Biogeography**, p. 219-225, 1993.

TEAM, R. Core. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2014. 2014. URL <http://www.R-project.org/>.

REDFORD, Kent H. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. **Biotropica**, p. 112-119, 1984.

ROSOLEN, Vania; DE OLIVEIRA, Diego Alves; BUENO, Guilherme Taitson. Vereda and Murundu wetlands and changes in Brazilian environmental laws: challenges to conservation. **Wetlands Ecology and Management**, v. 23, n. 2, p. 285-292, 2015.

VALADÃO, Roberto Célio. Geodinâmica de superfícies de aplanamento, desnudação continental e tectônica ativa como condicionantes da megageomorfologia do Brasil orientado. **Revista Brasileira de geomorfologia**, v. 10, n. 2, 2009.

WILKINSON, Marshall T.; RICHARDS, Paul J.; HUMPHREYS, Geoff S. Breaking ground: pedological, geological, and ecological implications of soil bioturbation. **Earth-Science Reviews**, v. 97, n. 1, p. 257-272, 2009.

ZAITLIN, Beryl; HAYASHI, Masaki. Interactions between soil biota and the effects on geomorphological features. **Geomorphology**, v. 157, p. 142-152, 2012.