



**Universidade de Brasília**

**FACULDADE UnB PLANALTINA**

**LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS**

**CARACTERIZAÇÃO DE ESTRUTURAS  
CRISTALINAS  
DE  
*SYNTERMES WHEELERI*  
(INSECTA: ISOPTERA: TERMITIDAE)**

**Diego Michel Jácome Batista**

**Orientador: Prof. Dr. Cleilton Rocha Alves**

**Co-orientador: Prof. Dr. Reginaldo Constantino**

**Planaltina - DF**

**Dezembro de 2013**



**Universidade de Brasília**

**FACULDADE UnB PLANALTINA**

**LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS**

**CARACTERIZAÇÃO DE ESTRUTURAS  
CRISTALINAS DE *SYNTERMES WHEELERI*  
(INSECTA: ISOPTERA: TERMITIDAE)**

**Diego Michel Jácome Batista**

**Orientador: Prof. Dr. Cleilton Rocha Alves**

**Co-orientador: Prof. Dr. Reginaldo Constantino**

*Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Banca Examinadora,  
como exigência parcial para a obtenção  
de título de Licenciado do Curso de  
Licenciatura em Ciências Naturais, da  
Faculdade UnB Planaltina, sob a  
orientação do Professor Dr. Cleilton  
Rocha Alves.*

**Planaltina - DF**

**Dezembro de 2013**

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a todos que me apoiaram durante o andamento deste estudo em especial A minha mãe Sônia e meu tio Ricardo pelo grande apoio durante toda a graduação. Agradeço também a professora Dr. Renata Aquino idealizadora deste projeto, pela paciência com os erros e dúvidas proporcionado ao longo dos anos meu amadurecimento intelectual em relação à ciência.*

## **Agradecimentos**

Aos amigos de graduação Júlia, Mayara, Nahara, Alexandre, Raquel, Luana, Antonia, Andreza, Samara, Bruno, Dilmar e Luiz sem os quais não teria me tornado o Cientista que sou hoje.

As grandes amigas Aline Sampaio e Reneida Mendes por seus conselhos críticos e inúmeras colaborações em artigos científicos.

As professoras Dr. Maria de Lourdes L. Freitas e Dr. Elisabeth Mamede pela dedicação, apoio e exemplo que fizeram de mim um verdadeiro educador.

Ao professor Dr. Reginaldo Constantino pela oportunidade e colaboração para início de trabalhos na área da entomologia, bem como para a realização desta pesquisa.

Aos Professores Dr. Cleilton Rocha Alves, Dr. Alex Fabiano Campos e Dr Alexandre Luis Parize pelo apoio e colaboração durante toda a graduação.

Ao amigo Dr. Danilo Oliveira pela ajuda no início dos estudos na área da Termitologia.

# CARACTERIZAÇÃO DE ESTRUTURAS CRISTALINAS DE *SYNTERMES WHEELERI* (INSECTA: ISOPTERA: NASUTITERMITINAE)

Diego Michel Jácome Batista<sup>1</sup>  
Prof. Dr. Cleilton Rocha Alves<sup>2</sup>  
Prof. Dr. Reginaldo Constantino<sup>3</sup>

## Resumo

Desde tempos remotos da história humana o magnetismo animal causa curiosidade e instiga novas descobertas a respeito da interação entre os seres vivos e campo geomagnético. Campos magnéticos que a princípio eram vistos como uma forma de cura para inúmeros males do corpo, se mostraram na verdade vetores de extrema importância para existência das formas de vida terrestres, em algumas chegando ao ponto de interagir com estruturas presentes em seus corpos. Estudos sobre o efeito do campo geomagnético têm sido feitos em vários grupos animais, na tentativa de compreender suas propriedades e peculiaridades nos processos vitais. Entre esses estudos o grupo dos insetos sociais tem chamado a atenção da comunidade científica por suas propriedades magnéticas utilizadas como forma e orientação entre outras propriedades específicas a cada grupo da classe insecta. Porém tais descobertas só foram possíveis devido a descoberta do raio X, que possibilitou a caracterização de estruturas cristalinas, dentre as quais certos materiais poderão ser responsáveis pela origem da sensibilidade magnética em seres vivos. Por meio de técnicas de difração de raios X esta pesquisa procura caracterizar estruturas cristalinas presentes no isoptera *Syntermes wheeleri*, espécie presente no cerrado de Brasília, conhecida por possuir indivíduos de maior massa corporal em relação às demais espécies presentes neste habitat. Sendo previsto que após a identificação das estruturas cristalinas seja possível, em estudos posteriores, afirmar se esta espécie de isoptera é realmente sensível ao campo magnético terrestre.

Palavras-chave: Raio X, Estrutura Cristalina, Isoptera, *Syntermes wheeleri*, Magnetismo Animal.

## 1. INTRODUÇÃO

Em novembro 1895 durante a realização de um experimento de raios catódicos com uma válvula de Hitotorf que estava coberta por uma cartolina negra, Wilhelm Conrad Röntgen descobriu a emissão de um novo tipo de radiação que marcava chapas fotográficas, a esta radiação foi atribuído o nome de “raios X”. Os novos raios descobertos foram definidos como uma radiação eletromagnética com natureza semelhante a da luz visível (SEGRÉ, 1987).

A princípio Röntgen ficou incrédulo com sua descoberta, de forma que refez o experimento durante alguns dias seguidos em seu laboratório. Contudo em dezembro de 1895, ele entrega ao secretário da Sociedade Físico-Médica, de Würzburg um relatório preliminar apontando as descobertas de seu experimento. Um trecho do relatório diz o seguinte:

---

<sup>1</sup> Licenciando do Curso de Ciências Naturais - Faculdade UnB de Planaltina.

<sup>2</sup> Professor Doutor do Curso de Ciências Naturais da Faculdade UnB de Planaltina.

<sup>3</sup> Professor Doutor do Departamento de Zoologia – Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília.

“Se passarmos a descarga de uma grande bonina de Ruhmkorff através de um aparelho Hittorf ou de Leonard, de Crookes ou de outro suficientemente esvaziado de ar, e cobrirmos a válvula com uma manta bem ajustada de cartolina negra, observaremos, em um compartimento inteiramente às escuras, que uma tela de papel coberta com platinocianeto de bário se ilumina e fluoresce da mesma forma, quer se ponha voltado para a válvula de descarga o lado tratado quer se ponha o outro lado” (*“Über eine neue Art von Strahlen”*, *Sitzungsberichte der phys. Mediz. Gesellschaft zu Würzburg* 137, 132 (1895). Traduzido em *Nature* 53, 274 (1896) apud SEGRÉ, 1987).

No começo causaram grande espanto e curiosidade na sociedade sendo utilizados de forma excessiva tanto na área médica como até mesmo em tratamentos estéticos. De acordo com a grande euforia despertada pelo tema o *The New York Times* publicou a seguinte nota em 1986

“Sempre que algo extraordinário é descoberto, uma multidão de escritores apodera-se do tema e, não conhecendo os princípios científicos envolvidos, mas levados pelas tendências sensacionalistas, fazem conjunturas que não apenas ultrapassam o entendimento que se tem do fenômeno, como também em muitos casos transcendem os limites das possibilidades. Esse tem sido o destino dos raios X de Roentgen” (Física Moderna – UFRGS).

Segundo Okuno, Caldas e Cohw (1982), os raios X têm sido amplamente utilizados na medicina, na indústria e em pesquisas científicas. Poucas são as pessoas que atingem a fase adulta sem nunca ter tirado uma radiografia de uma parte do corpo ou de um dente. É claro nos dias atuais já se conhecem as limitações em seu manuseio. Tais limitações incluem proteção contra a radiação emitida pelos raios x, exposição por curtos períodos de tempo, máquinas mais modernas e específicas para diferentes finalidades, entre outras. Tudo isto visando evitar os inúmeros acidentes (mortes, amputações, queimaduras, etc.) ocorridos no passado pelo uso indiscriminado desta tecnologia.

## **2. DIFRAÇÃO DE RAIOS X**

Antes de se compreender como funciona a difração de raios X primeiro é necessário saber o que é um cristal. Segundo Bleicher e Sasaki (2000), cristais são arranjos atômicos ou moleculares cuja estrutura se repete de forma tridimensional. Baseando-se em conceitos sobre os cristais e no avanço das pesquisas com raios X, no começo do Século XX o físico alemão Laue monta um experimento que consiste na incidência de um feixe de raios X sob um cristal. O experimento fora preparado de tal forma que os espectros identificados ficassem impressos em uma chapa fotografia que se encontrava a frente do cristal que recebia os feixes formando assim um padrão que poderia ser utilizado na identificação de cristais. Como na ilustração abaixo, assim nascia a difração de raios X.

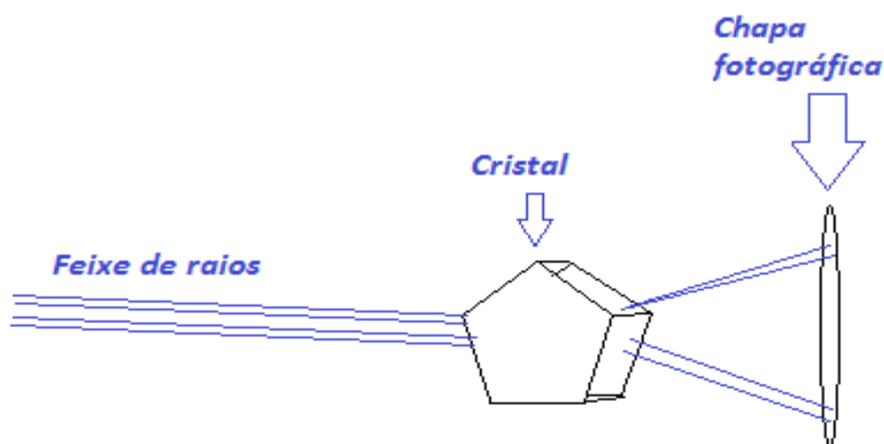


Figura 1: Simulação de incidência de um feixe de raios sob um cristal e o resultado de sua difração fixando-se na chapa fotográfica.

Hoje Técnicas de difratometria são de fundamental importância em estudos sobre a matéria condensada, permitindo a investigação da simetria cristalina, distâncias interplanares, defeitos estruturais (AQUINO, s/d). Análises destas variáveis se mostram indispensáveis para a identificação do material magnético que poderá ser encontrado nas diferentes partes do corpo do isóptera analisadas durante a pesquisa. O fenômeno de difração de raios X resulta da organização espacial periódica de cristais, onde as distâncias entre os átomos são da ordem do comprimento de onda da radiação X. A indexação das linhas do espectro de difração permite a identificação da estrutura cristalina, bem como a determinação do parâmetro da malha cristalina (Kitell, s/d).

O espalhamento e a conseqüente difração de raios X é um processo que pode ser analisado em diferentes níveis. No mais básico deles, há o espalhamento de raios X por um elétron. A onda resultante do espalhamento pode ter direção definida, mesma fase e mesma energia em relação a onda incidente (Coerente) ou então pode apresentar uma direção não definida, não mantendo assim sua fase e nem a energia da onda incidente (Incoerente) (BLEICHER e SASAKI, 2000).

### 2.3 - Espectroscopia de Raio X de energia dispersiva – EDX

Trata-se de uma técnica espectroscópica utilizada em análises de materiais maciços e permite a caracterização estequiométrica de amostras. Baseia-se na medida das intensidades dos raios X característicos (número de raios X detectados por uma unidade de tempo) emitidos pelos elementos que constituem a amostra, quando a mesma se encontra excitada. A excitação dos elementos se deve aos raios X emitidos por tubo de raios X, ou raios X ou gama, através de uma fonte radioativa, o que permite a emissão de linhas espectrais com energias características (raios X características) associando assim, a concentração das amostras as suas intensidades. (Andrade 2013)

Em tal perspectiva o EDX faz uso do espectro de raios X emitidos por uma amostra sólida bombardeada com um feixe focalizado de elétrons para obter uma análise química localizada. Análises qualitativas envolvem a identificação das linhas no espectro e são relativamente simples devido à simplicidade do espectro de raios X. Já a análise quantitativa (determinação das concentrações dos elementos presentes) é feita a

partir das intensidades de cada elemento na amostra e para os mesmos elementos em padrões de calibração de composição conhecida.

### 3. RELAÇÃO DE INSETOS SOCIAIS E MAGNETISMO

O campo magnético terrestre ou campo geomagnético é um campo de força gerado no interior da crosta terrestre, tem como característica central sua semelhança a um dipolo magnético tendo os pólos geográficos da terra como pólos norte e sul de um grande ímã.

“A ligação à terra, ligeiramente flutuar como um lenço, as linhas de força de um campo magnético que se manifesta em todos os lugares, o seu interior, a sua superfície e até mesmo muito longe do lado de fora” (E. Thellier s/d, apud Lasfarguess 1966 tradução nossa).

Tais condições físicas podem explicar o comportamento e a interação de alguns grupos animais entre si e com o meio como afirma “Barros e Esquivel, 2000, no artigo *Interação do campo magnético da terra com os seres vivos*. Evidências apontam que os fenômenos magnéticos tenham sido observados pela primeira vez há aproximadamente 3000 anos por meio de rochas da Magnésia, uma antiga província grega. Essas rochas tinham a capacidade de atrair o ferro a distância, posteriormente foram nomeadas de magnetitas (FERNANDEZ e SANCHEZ, 2001).

Em um primeiro momento a descoberta do magnetismo terrestre acabou gerando novas concepções míticas sobre suas propriedades de cura para doenças, deixando de lado o cunho científico do fenômeno que acabara de ser observado “Aristoteles (382-322 a. C.) mencionou as forças magnéticas no seu *Tratado da Alma*, para fazer uma analogia entre a ação da Alma, que geraria o movimento dos animais, e a reação do ímã, que gera o movimento de um pedaço de ferro” (FERNANDEZ e SANCHEZ, 2001). Somente em 1874 através de pesquisas feitas por Antoine Lavoisier, Joseph Guillotin e Benjamin Franklin as idéias míticas a respeito do campo geomagnético foram depostas, mostrando que as curas realizadas com o auxílio de campos magnéticos, na verdade, eram atribuídas a capacidade sugestiva das mentes dos pacientes; mesmo com provas científicas de que tais tratamentos não possuem efeitos terapêuticos ainda hoje algumas culturas se valem dessa forma de tratamento chegando até mesmo a movimentar um indústria especializada em “produtos magnetizados” que promovem a melhoria da saúde humana (LIVINGSTON, 1997 apud FERNANDEZ e SANCHEZ, 2001).

Na segunda metade do século XX as pesquisas ligadas ao magnetismo animal sofreram uma grande revolução, tendo como base novos estudos sobre o campo geomagnético, cientistas passaram a procurar explicações racionais e com base em experimentos e análises de dados sobre este fenômeno, deixando completamente de lado as ideias míticas adotadas no passado. Em 1975 Richard Blakemore conseguiu observar o comportamento de bactérias aquáticas sob a ação de campos magnéticos, posteriormente com análises de microscopia eletrônica nas bactérias encontradas por Richard concluiu-se que cada bactéria possuía em seu interior cadeias de cristais de magnetita responsáveis pela percepção de campos magnéticos (LIVINGSTON, 1997 apud FERNANDEZ e SANCHEZ, 2001). Atualmente bactérias com propriedades semelhantes às descobertas por Richard, vem sendo estudadas com a finalidade da

utilização de suas propriedades magnéticas associadas a nanorobos para tratamentos que utilizem ressonância magnética em humanos (MARTEL *et al*, 2009).

De 1975 a 2013 surgiram grandes descobertas sobre o magnetismo animal, os fenômenos de orientação magnética já foram observados em mamíferos, aves, peixes e até mesmo em insetos sociais. Insetos sociais verdadeiros também chamados de eusociais apresentam uma divisão do trabalho em suas colônias, envolvendo um sistema de castas que compreende um grupo reprodutivo restrito de uma ou várias rainhas, ajudado por operários – indivíduos não reprodutores que auxiliam os reprodutores – e, em cupins e muitas formigas, um grupo adicional de soldados para defesa (GULLAN e CRANSTON, 2008).

Dentre os insetos sociais os primeiros a serem estudados sob o olhar deste tema foram formigas da espécie *Acromyrmex octospinosus* por Kermarrec (1981). No caso dos cupins em geral se orientam em túneis escuros dentro dos cupinzeiros por meio de feromônios exalados pelos indivíduos da colônia, porém em meio externo com vários fatores que possa interferir nessa percepção química se faz necessário o uso de uma ferramenta extra de percepção descrita pela literatura como um mecanismo de orientação magnética pelo campo geomagnético.

A orientação animal pelo campo geomagnético, ou magnetorecepção, é ainda muito pouco compreendida. Os estudos que buscam sua compreensão por meio de insetos sociais são recentes e mais pesquisas são necessárias para sua plena compreensão. Pesquisas mais recentes, tentam identificar e caracterizar tais propriedades em formigas de forrageamento. (ABRAÇADO 2006).

“A orientação magnética em seres vivos pode ser ativa ou passiva. A magnetotaxia é a orientação magnética passiva, que ocorre em organismos sem sistema nervoso, sendo uma resposta direta ao estímulo de um campo magnético. A primeira evidência desta influência foi verificada em bactérias magnetotáticas em 1975 . Bactérias magnetotáticas têm uma ou mais cadeias de partículas de um óxido de ferro, magnetita ou um sulfeto de ferro magnético que funciona como uma agulha de bússola.” (ABRAÇADO 2006)

### **3.1 Isopteras**

Os insetos desta ordem são nomeados de térmitas e cupins, também podem ser nomeados de “Aleluia ou Siriri “ nomes populares atribuídos em certas regiões do Brasil ( Carrera, 1989). São insetos de corpo mole de pequeno a médio porte, com formas aladas durante o período reprodutivo, polimorfismo social com divisão de castas e alimentação baseada em celulose e húmus, folhas secas entre outros. Dentro da colônia existe a divisão de trabalhos, alguns indivíduos ficam responsáveis pela reprodução enquanto outros assumem responsabilidades específicas dentro do ninho, como coleta de alimento e defesa da colônia.

Operários são a casta mais numerosa da colônia, e são responsáveis pela construção e reparo do ninho, coleta de alimento, cuidados com os imaturos e alimentação das outras castas podendo também ter um papel de defesa da colônia.

Normalmente estéreis, com gônadas vestigiais, e cegos, podem ser machos ou fêmeas. Os soldados defendem a colônia contra inimigos e invasores.

Apresentam uma grande variedade de formas e mecanismos de defesa, tanto mecânica como química. Muitos possuem glândulas especiais que produzem secreções defensivas. Estão presentes na maioria das espécies, mas não em todas. Podem também ser machos ou fêmeas e são normalmente estéreis e cegos (Nicoleit. Et al, 2011). Cupins tem grande importância econômica pelo fato de destruírem madeira de construções, veículos e papéis, além de atacarem plantas cultivadas cana, café, eucalipto, goiaba, abacaxi etc. (Carrera, 1989)

A família Termitidae inclui a maioria das espécies de isópteros conhecidos, seus ninhos apresentam formas variadas e se distribuem por uma grande diversidade de locais, sendo mais comuns no Brasil os que apresentam um montículo rígido de terra elevado no local onde o ninho se encontra (Carrera, 1989). Os membros dessa família secretam enzimas que podem contribuir para a digestão do conteúdo intestinal, não sendo necessária a ação de simbioses flagelados em seu processo digestivo; uma dessas famílias chega a utilizar um fungo cultivado para pré-digerir o alimento. (Gullan e Cranston, 2008)

A espécie utilizada nos estudos deste trabalho foi a *Syntermes Wheeleri* um cupim típico de pastagem em regiões do Cerrado, seus soldados mostram grande variação morfológica embora não exista um padrão geográfico estabelecido (Constantino 1995)

Geralmente conhecidos como cupins gigantes, os representantes do gênero *Syntermes* são restritos a florestas em savanas da América do Sul, podendo ser encontrados também nos Andes da Venezuela e Argentina. A maioria de suas espécies vive em ninhos subterrâneos, embora algumas formem montes acima do solo. Alimentam-se geralmente de folha ou erva seca. (Constantino 1995).

Embora boa parte de sua alimentação seja de folhas secas algumas espécies apresentam montículos que podem servir de moradia para outras espécies que são consideradas pragas agrícolas. Por este e outros motivos, como o corte de folhas verdes para sua alimentação algumas espécies do gênero apresentam prejuízo para lavouras e grandes plantações. (Valério, 2006)

“ O *Syntermes* é um gênero que inclui um número de grandes espécies de cupins confinados ao Continente sul-americano e geralmente reconhecidos como o grupo mais primitivo da subfamília *Nasutitermitinae* da família *Termitidae*. Apesar do grande tamanho, que atrai o coletor em geral, o habitat subterrâneo e a tendência de os trabalhadores e soldados se esconderem embaixo da terra quando perturbados resulta em coleções escassas.” (Emerson 1945, tradução nossa)

“ As espécies do gênero se limitam a savanas tropicais e a florestas tropicais da América do Sul, normalmente apresentam seus ninhos sob o solo embora algumas espécies possam apresentar montes acima da superfície.” (Emerson 1938, tradução nossa)

“ A casta trabalhadora de *Syntermes* sempre foi descrita como dimórfica . No entanto, um exame cuidadoso de grandes

quantidades de amostras mostra claramente que há quatro trabalhadores diferentes : dois menos esclerotizados com cabeças brancas de tamanhos diferentes , e dois os mais esclerotizadas com coloração variando do amarelo aos chefes amarelo- marrom .

Os trabalhadores de cabeça branca são do sexo feminino e os de cabeça escura são trabalhadores do sexo masculino .  
(Constantino, 1995)

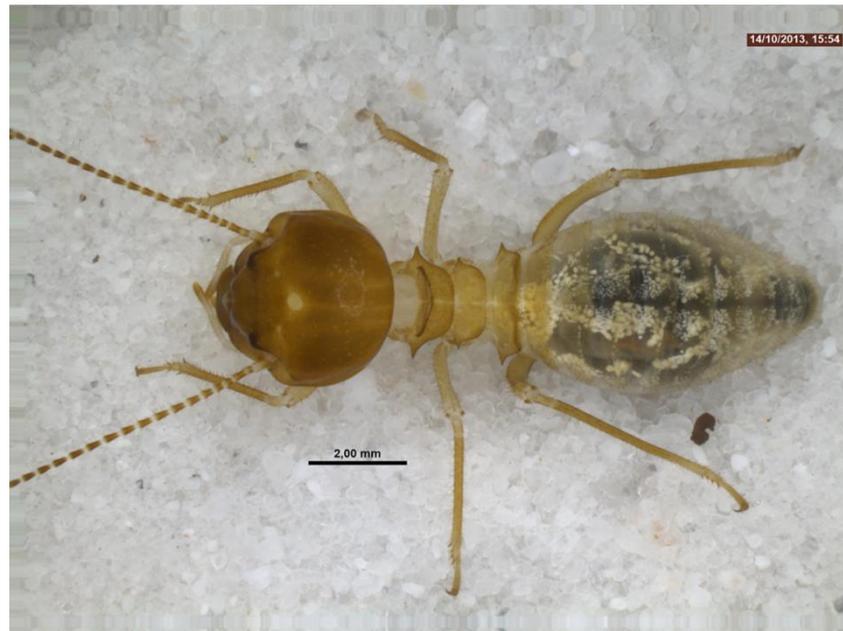


Figura 2: Operário de Syntermes Wheeleri por Reginaldo Constantino



Figura 3: Soldado de Syntermes wheeleri por Reginaldo Constantino

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo Geral:

Identificar e caracterizar materiais magnéticos existentes em cupins da espécie *Syntermes wheeleri* por meio de difração de raio X.

### 4.2 Objetivo específico:

Caracterizar o material responsável por possíveis propriedades magnéticas da espécie mencionada. E elaborar uma base científicas para futuros estudos sobre tais propriedades.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia sugerida apresentou 3 fases distintas ao longo do cronograma.

### 5.1 Primeira fase

Os cupins foram coletados em seu ninho do dia 13 de outubro de 2013, no campus Darcy Ribeiro, onde são abundantes. Pedacos de ninhos foram quebrados com auxílio de ferramentas de jardinagem (pá de jardinagem e minipicareta). Sua armazenagem seguiu os padrões normalmente utilizados em coleta que consistem na fixação em álcool 90% e sua conservação definitiva em álcool 70%. Durante o período de horário que correspondia entre 10 horas da manhã e 6 horas da tarde. Havendo um intervalo de uma hora (13 – 14) para observar a movimentação do ninho. Foi observada a ação de 1 espécie de pássaro para a alimentação do ninho e também a movimentação das espécies inquilinas presentes no mesmo na tentativa de proteção do que sobrou do ninho.

*Os dados climáticos do dia 13 em Brasília foram:*

- Predomínio de sol com poucas nuvens
- Temperatura média de 25°C
- Pressão Reduzida ao Nível Médio do Mar: **1017 (hpa)**

**As medidas do cupinzeiro foram às seguintes:**

2.07 de largura com raio de 71 cm e 52 cm de altura



Figura 4: Cupinzeiro onde foram coletadas as amostras.

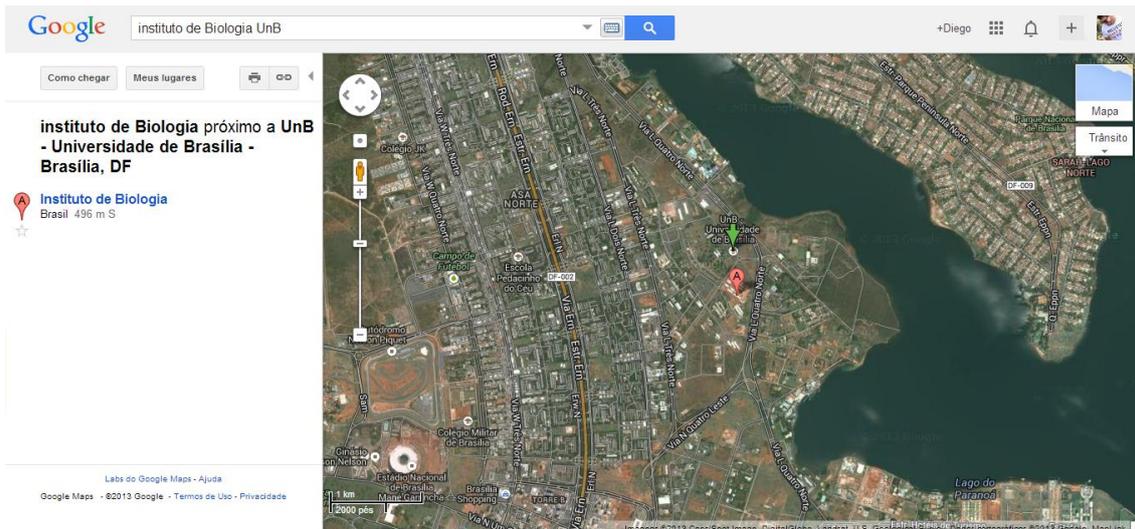


Figura 5: Localização da Universidade de Brasília.

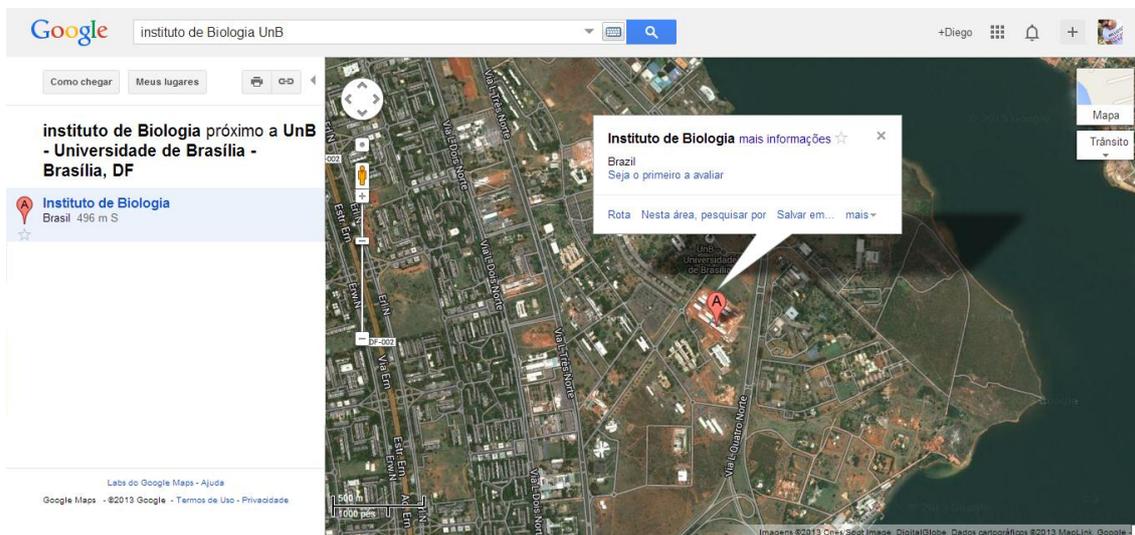


Figura 6: Localização do instituto de Biologia

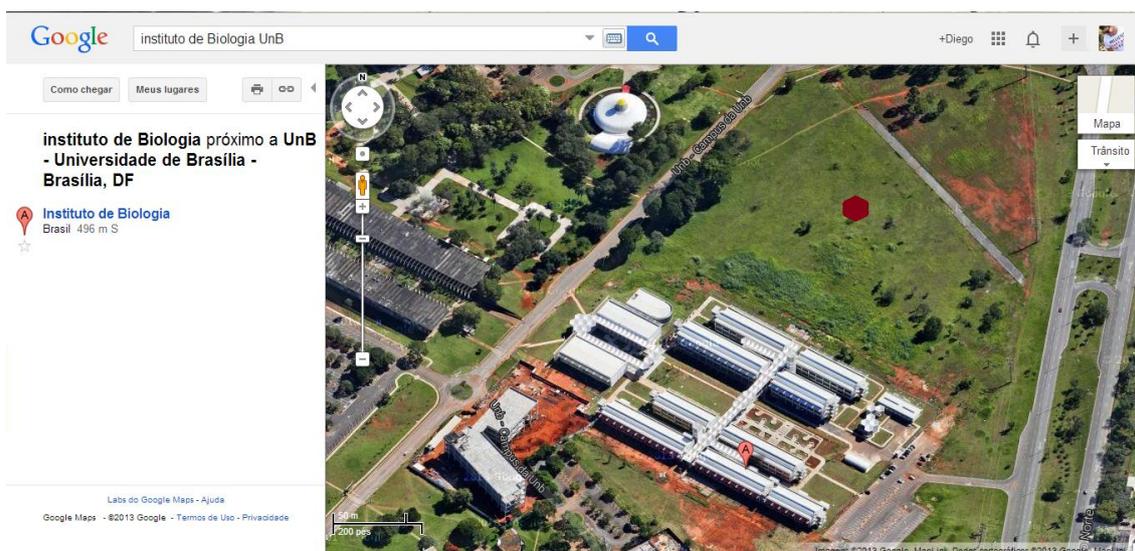


Figura 7: Cupinzeiro onde foram coletadas as amostras, indicado em vermelho no mapa.

## 5.2 Segunda fase

Nesta fase foi feita a separação entre soldados e operários. Após mortos seus abdomes serão separados do resto do corpo com a intenção de se evitar influências de materiais orgânicos ingeridos durante a alimentação dos cupins. Após feita a separação a parte do tórax com pernas e cabeça com antenas foram secos em estufa a 423 k (150°C) durante o período de uma hora. Eliminando assim líquidos existentes no corpo do inseto. Após secos os cupins foram macerados e o pó resultante armazenado em eppendorfs.



Figura 8: Preparação das amostras



Figura 9: Preparação das amostras

## 5.3 Terceira fase

Nesta fase o pó resultante da fase anterior foi utilizado em análises de difração de raios X e para análises de EDX.

## 6. RESULTADOS E PERSPECTIVAS

Logo após o processo de secagem a amostra foi macerada, em almofariz, para garantir a formação de um pó que será estudado do ponto de vista estrutural e de composição química inorgânica. Baseando – se no referencial teórico que afirma que o Syntermes é um isoptera que costuma fazer ninhos subterrâneos, espera-se que estes possuam em sua composição compostos cristalinos que podem apresentar propriedades magnéticas e/ou elétricas, pois se o mesmo orienta-se e desloca-se por túneis no subsolo, e a exemplo das formigas magnetotacteis (Abraçado 2006) essa orientação pode ser padronizada a partir do campo geomagnético.

As amostras foram então caracterizadas, do ponto de vista da composição química através da técnica de espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDX). Esta técnica é amplamente empregada na análise de materiais maciços e permite a caracterização estequiométrica de uma amostra. Baseia-se na medida das intensidades dos raios X característicos (número de raios X detectados por uma unidade de tempo) emitidos pelos elementos que constituem a amostra, quando devidamente excitada.<sup>2</sup> Deste modo, foi possível construir o espectro relativo ao número de contagens em função da energia, em keV, possibilitando assim, identificar os elementos presentes na amostra (figura 10). Ressalta-se também picos assinalados do Kalfa ou Kbeta representam transições de elétrons do subnível s da camada K. E que as transições Lalfa e Lbeta representam as transições de elétrons da camada L.(figura 11)

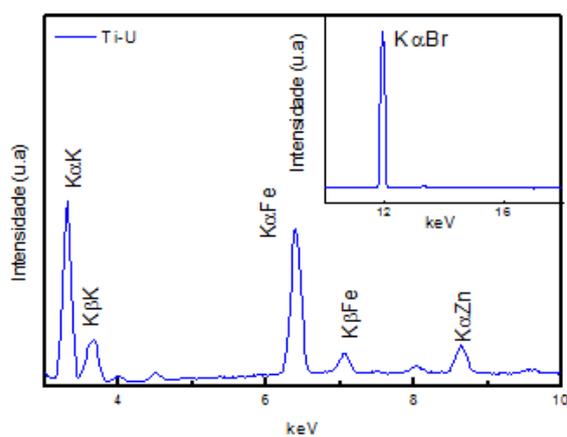


Figura 10

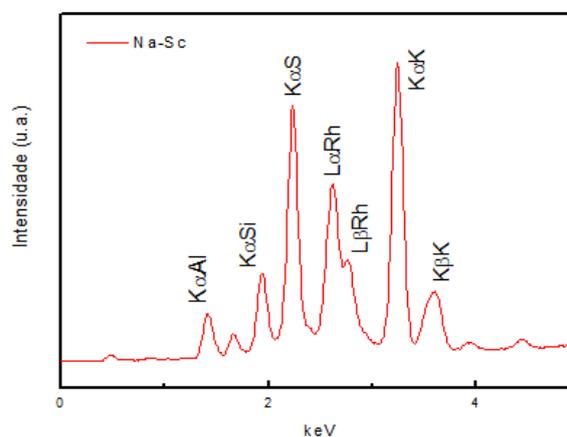


Figura 11

Dos resultados identificados pelas análises de raio x, obteve-se o seguinte gráfico que aponta 3 elementos com picos mais intensos na caracterização das amostras (figura 12). Tratam-se de dois alumínio e um elemento ferroso (Goetita) que poderia ser o responsável por propriedades magnéticas que poderiam vir a ser associadas a tais

isopteras; porém para conclusões desta natureza estudos posteriores devem ser feitos com base nos dados obtidos neste momento. Com relação aos solos do Cerrado, são ácidos, deficientes na maioria dos deficientes em nutrientes e rico em ferro e alumínio. (Ferreira et al 2005). Partindo-se dos conhecimentos da composição do solo pode-se afirmar que o cupim tem a possibilidade de refletir o solo onde se encontra por meio de tais análises. Bem como a capacidade de alterar o PH das regiões onde é construído o cupinzeiro devido a alta concentração de tais elementos.

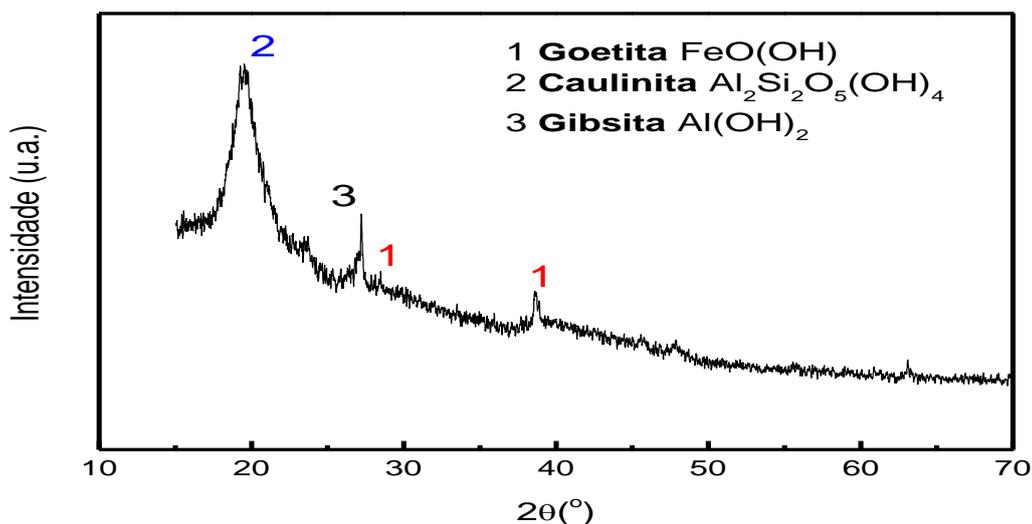


Figura 12 – Espectro de Raio X das amostras

Os estudos realizados nesta pesquisa abrem uma nova gama de possibilidades para a compreensão de estruturas moleculares de isopteras do Cerrado e sua relação com o local onde se encontram. Com os dados obtidos espera-se que em futuros estudos possam ser identificadas propriedades magnéticas de *Syntermes wheeleri*, bem como a caracterização de como seu comportamento ecológico pode ser afetado devido a composição do solo, aplicações como método de controle em plantações, por métodos comparativos também pode haver a possibilidade identificação da regiões específica onde o cupim possa estar atacando, bioindicadores de poluição do solo, interação da colônia com outras espécies no cupinzeiro.

## APÊNDICE

Como é característico da espécie foram encontrados outros insetos que utilizavam o cupinzeiro como moradia sem prejudicar o desenvolvimento da espécie construtora, no caso o *Syntermes wheeleri*. Em futuros estudos será buscada a relação de tais insetos com a composição do solo, com o campo geomagnético e se a sua presença pode alterar a composição molecular do *Syntermes*

### Lista de inquilinos no ninho

#### Isopteros (Espécies)

*Procornitermes Araujo*

Apicotemitinae

Diversitermes

#### Coleopteros (Famílias)

Melolontidade

Carabidae

#### Hymenopteros (Familia)

Formicidae

#### Aracnídeos (Famílias)

Mimetidae

Lysosidade



Figura 13 – Isopteros inquilinos do cupinzeiro de onde foram coletadas as amostras

## REFERÊNCIAS

ABRAÇADO, Leida Gomes. Caracterização de material magnético em formigas *Solenopsis interrupta*: Magnetometria SQUID e Ressonância Ferromagnética – Tese (Doutorado), Centro Brasileiro de pesquisas físicas - RJ 11 de novembro de 2006.

Andrade, D. A. Síntese de nanopartículas de ferrita de cobalto em solução de laponita. 56 f. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2013.

Almeida et al. Cristina. A Descoberta e a Evolução do RX - 2008

AQUINO, Renata. Caracterização estrutural e determinação do diâmetro médio das partículas utilizadas a técnica de difração de Raios – X, Caítulo V, Universidade de Brasília.

AVALOS, Daniel Costa. Detecção dos campos magnéticos pelos seres vivos 2012.

Coleção CBPF – Tópicos de Física. Livraria da Física Editora.

Bleicher, Lucas e Sasaki José M. Introdução a difração de raios –X em Cristais – UFC, 2000.

CARRERA, Messias. Entomologia para você 7ª edição. Ex – Biologia – Chefe da Seção de Insetos do Departamento de Zoologia da Secretaria da Agricultura de São Paulo Editora Nobel, 1989.

CONSTANTINO, Reginaldo. Manual de coleta e identificação de cupins - Departamento de zoologia , Laboratório de termitologia UnB. 14 de agosto de 2011.

CONSTANTINO, Reginaldo. DINIZ, Ivone R. MOTTA Paulo C. Textos de Entomologia 2007. Universidade de Brasília.

CUNHA, Silvio. MÉTODOS SIMPLES DE FORMAÇÃO DE MONOCRISTAL DE SUBSTÂNCIA ORGÂNICA PARA ESTUDO ESTRUTURAL POR DIFRAÇÃO DE RAIOS X – UFBA Campus Ondina , Salvador BA 2008

EMERSON, Alfred E. THE NEOTROPICAL GENUS SYNTERMES (ISOPTERA: TERMITIDAE) – BULLETIN OF THE AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY VOLUME 83: ARTICLE 7 NEW YORK: 1945.

FERNANDES, Rafael Monteiro e SANCHEZ, Sérgio d’Almeida. O Magnetismo Animal e seus Aspectos ao longo do Desenvolvimento da Biologia e do Magnetismo 2001. Instituto de Física “Gleb wataghin”, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

GULLAN, P. J. e CRANSTON P. S. Os insetos : Um resumo de entomologia 3ª edição Department of entomology, University of California, Davis, USA. Editora Roca 2008

HALFERDAHL L. B., Chloritoid: Its Composition, X-ray and Optical Properties, Stability, and Occurrence. sd

LASFARGUES, Pierre. Manuels de Prospection Géophysique: Magnétisme em Géologie et Prospection Magnétique au Sol 1966.

LEITE, Rodolpho Carvalho. Coersividade e Anisotropia Magnética e Magneto – Ópticas em Nanocolóides. Universidade de Brasília, Instituto de Física, Dissertação (Mestrado)2011

Direction de Jean Gouguel, Masson et Cie, Éditeurs.

MARTEL, Sylvain. MOHAMMADI, Mahmood. FELFOUL, Ouajdi. POUPONNEAU, Zhao Lu and Pierre. The International Journal of Robotics Research

Flagellated Magnetotactic Bacteria as Controlled MRI-trackable Propulsion and Steering Systems for Medical Nanorobots Operating in the Human Microvasculature, Published by Sage, Mar 18, 2009

NICOLEIT, Carlos Felipe. JUNIOR, Celso. ROSA, Charles Magnus. DELAVECHIA, Daniella. Ordem Isoptera. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense. Campus Sombrio.

OLIVEIRA P. I. et al, CONSIDERAÇÕES SOBRE A ACIDEZ DOS SOLOS DE CERRADO. Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, Goiás, ISSN 1808-8597, v.1, n.1, p. 01-12, ago. 2005

QUANTUM DESIGN, Physical Property Measurement System Vibrating Sample Magnetometer (VSM) Option User's Manual, Part Number 1096-100, A-2 San Diego, CA 92121USA 2004

SEGRÉ, Emílio. Dos raios X aos Quarks– Físicos modernos e suas descobertas. 1987

VALÉRIO, José Rau, Cupins-de-montículo em Pastagens – Embrapa Gado de Corte MS 2006.

< [http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m\\_s01.html](http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m_s01.html) > Acesso em 14 de novembro de 2013

<[http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod05/m\\_s03.html](http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod05/m_s03.html) > acesso em 14 de novembro de 2013