
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)

**PONTOS POLÊMICOS ACERCA DO FORRAGEAMENTO DE
CUPINS SUBTERRÂNEOS (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE):
CONSUMO DE ALIMENTOS SIMILARES, REUTILIZAÇÃO DE
ISCAS E TUNELAMENTO EM SOLOS NÃO UNIFORMES**

JULIANA TOLEDO LIMA

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Área de Concentração: Zoologia).

**Rio Claro
Setembro / 2010**

**PONTOS POLÊMICOS ACERCA DO FORRAGEAMENTO DE
CUPINS SUBTERRÂNEOS (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE):
CONSUMO DE ALIMENTOS SIMILARES, REUTILIZAÇÃO DE
ISCAS E TUNELAMENTO EM SOLOS NÃO UNIFORMES**

JULIANA TOLEDO LIMA

Orientadora: Profa. Dra. Ana Maria Costa Leonardo

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Área de Concentração: Zoologia).

**Rio Claro
Setembro / 2010**

595.736 Lima, Juliana Toledo
L732p Pontos polêmicos acerca do forrageamento de cupins subterrâneos (Isoptera: Rhinotermitidae): consumo de alimentos similares, reutilização de iscas e tunelamento em solos não uniformes / Juliana Toledo Lima. - Rio Claro : [s.n.], 2010
131 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Ana Maria Costa Leonardo

1. Térmita. 2. Coptotermes gestroi. 3. Heterotermes tenuis. 4. Comportamento alimentar. 5. Solos heterogêneos. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Pontos polêmicos acerca do forrageamento de cupins subterrâneos (Isoptera: Rhinotermitidae): consumo de alimentos similares, reutilização de iscas e tunelamento em solos não uniformes

AUTORA: JULIANA TOLEDO LIMA

ORIENTADORA: Profa. Dra. ANA MARIA COSTA LEONARDO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA), pela Comissão Examinadora:

Ana Maria Costa Leonardo

Profa. Dra. ANA MARIA COSTA LEONARDO
Departamento de Biologia / Instituto de Biotecnologia de Rio Claro

Fabiana E. C. dos Santos

Profa. Dra. FABIANA ELAINE CASARIN DOS SANTOS
Laboratório de Zoologia - Entomologia / Universidade Federal do Piauí

Sulene Noriko Shima

Profa. Dra. SULENE NORIKO SHIMA
Departamento de Zoologia / Instituto de Biotecnologia de Rio Claro

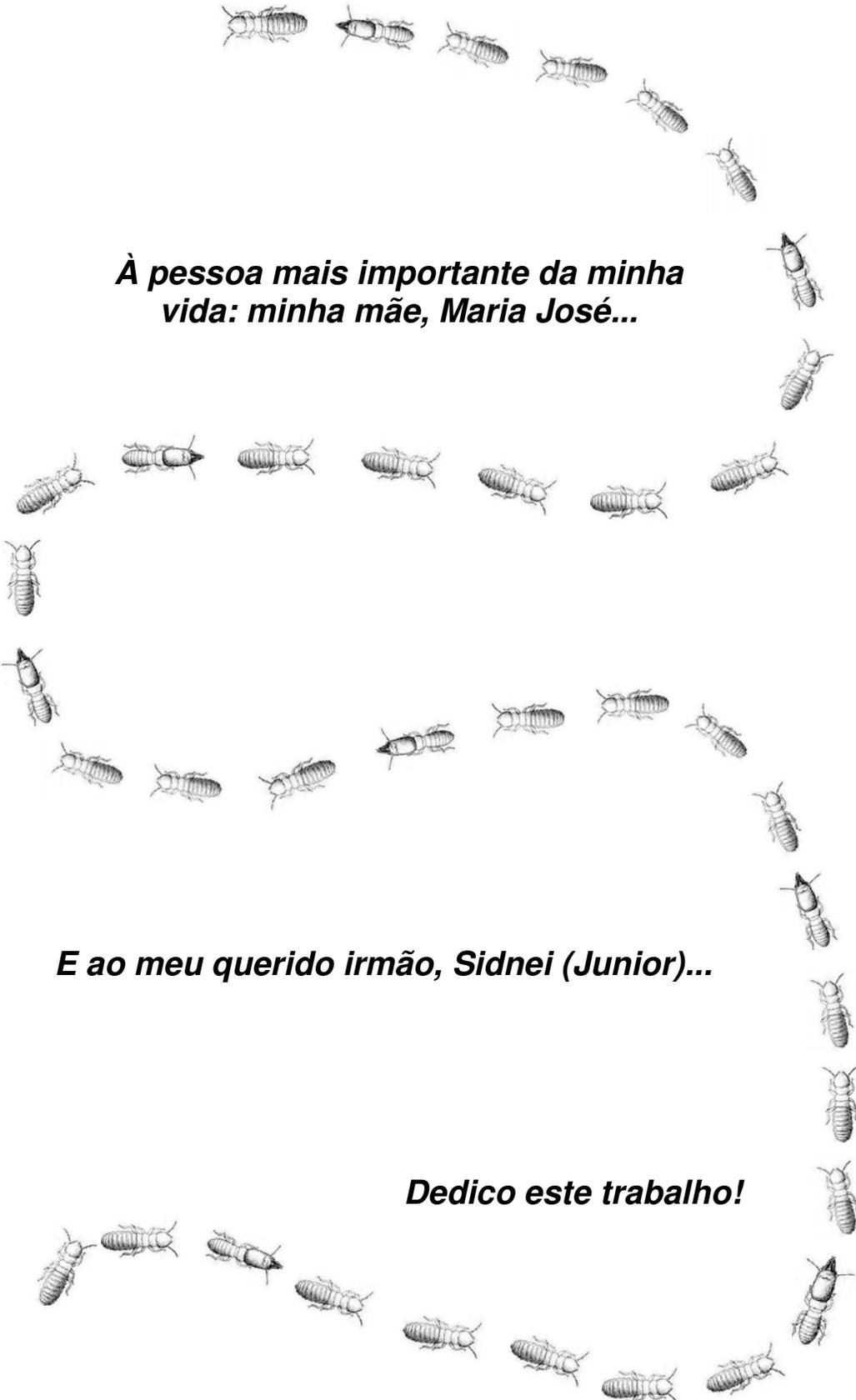
Luiz Carlos Forti

Prof. Dr. LUIZ CARLOS FORTI
Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu

Maria Santina de Castro Morini

Profa. Dra. MARIA SANTINA DE CASTRO MORINI
Laboratório de Mirmecologia, Núcleo de Ciências Ambientais, Universidade de Mogi das Cruzes

Data da realização: 27 de agosto de 2010.



***À pessoa mais importante da minha
vida: minha mãe, Maria José...***

E ao meu querido irmão, Sidnei (Junior)...

Dedico este trabalho!

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a. Ana Maria Costa Leonardo, uma pessoa maravilhosa, apaixonada pelo que faz, que há mais de 11 anos está sempre ao meu lado, sendo muito mais que uma orientadora, me incentivando e me apoiando durante todo esse tempo (é quase uma segunda mãe, inclusive me dando umas broncas às vezes também)... A pessoa que, pela sua empolgação contagiante pelos cupins, me ensinou a olhá-los de uma maneira especial e amar o meu trabalho... Ana, me faltam palavras para agradecer por tudo que você já fez e faz por mim!!!

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de Doutorado.

À “culpada” por tudo, minha mãe, Maria José, expressão máxima de amor incondicional, carinho e dedicação que se pode ter por alguém. Sem sombra de dúvidas a pessoa mais importante para mim, uma lição de vida, de perseverança e de vontade de vencer sempre!!! Mãe, sem você minha vida não faria o menor sentido... Você é responsável pelo que sou e por tudo que serei. Esse título é NOSSO!!! Eu te amo mais que tudo na vida!!!

Ao meu irmão, Junior (“o cara”), um biólogo, pesquisador, professor e administrador exemplar e competente, sempre muito dedicado, amigo e acima de tudo um “paizão”, que sempre me apoiou em tudo, e sem o qual eu jamais teria forças para continuar a seguir o meu caminho. O meu melhor exemplo pessoal e profissional!!! Um dia eu chego lá...

Ao Vovô Eugênio (in memorian) e à Vovó Alzira, que sempre estiveram presentes na minha vida. Serei eternamente grata a vocês por tudo!!!

A toda a minha família linda, pelo amor, carinho e incentivo sempre. Vovó Elisa (lindinha), Tio Ézio (in memorian), Tia Nadir e Tio Argeu (tenho muito orgulho em tê-los como padrinhos!!!), Fer, Rô, Paulo e Sandra; Tia Márcia, Tio Maurício e Matheus; Tia Sílvia, Tio Sandro e Duda; Tio Beto, Tia Marilda, Nataly e Nayara; Tia Cilmar e Tio Mir. Amo muuuuuito todos vocês!!!

Ao Departamento de Biologia do Instituto de Biociências da UNESP de Rio Claro, pela autorização para utilização dos laboratórios e equipamentos e a todos os professores, funcionários e alunos pelos auxílios, ensinamentos e convivência.

A todos os colegas de trabalho do Laboratório de Cupins, especialmente à Célia (técnica), sempre alegre, prestativa e disponível... Apesar de todos

trabalharemuuuuito, sempre sobra um tempinho para a descontração!!!

A todos os Professores que me acompanharam durante os cursos de Graduação e Pós-Graduação, e que, de alguma forma, participaram do meu crescimento intelectual e profissional no decorrer desses anos.

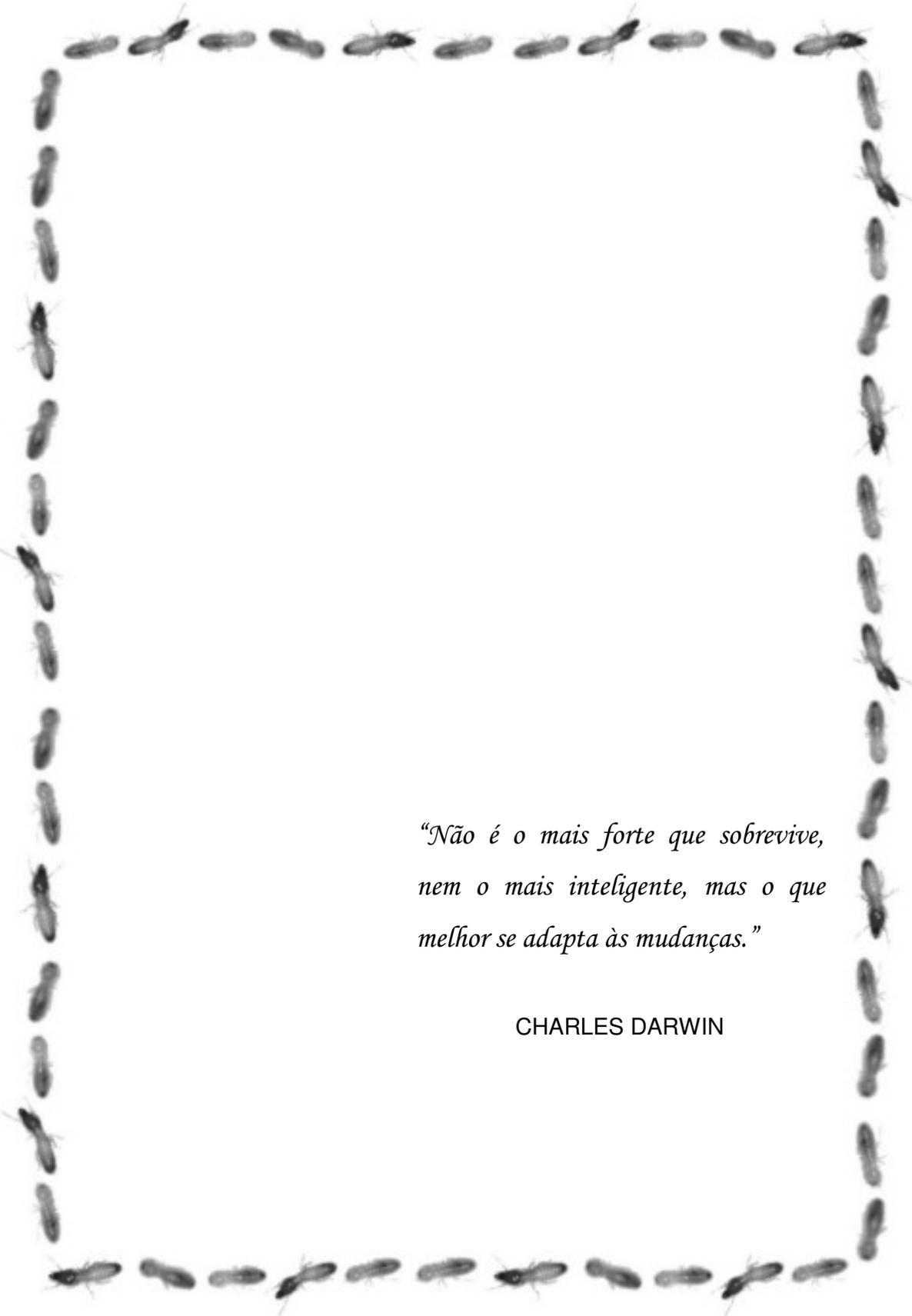
Aos amigos que cultivei durante essa loooonga vida universitária, especialmente Andréa (minha “irmãzinha”), Daniel (Xico, Passa Mal), Sandra, Amanda, Lígia (juntamente com os garotinhos lindos João Paulo e Pedro Augusto), Cristiane (e a Luna também), Antonio Wagner (Bomba - que saudades!), Olívia (juntamente com a Indra) e Gondolo (muuuuitas saudades!) pelo incentivo e por todos os momentos inesquecíveis que passamos juntos! A todos os meninos da Rep. do Ócio (Bulê, Du, Pe, Brãno, Spanta e Pedra... e agregados também) pela amizade e companheirismo sempre!!! Às mais novas amigas, mas não menos especiais, Re, Pri, Clarinha, Carol, Ju, Mari e Rafa. Ah, meninas... A vida fica muuuuito mais divertida com vocês ao meu lado!!!

Às meninas e meninos do Voleibol (a minha válvula de escape), que estão comigo nos momentos mais do que necessários de descontração... Infelizmente, a partir de agora eu não posso mais competir com vocês, mas estarei torcendo sempre pelo sucesso do NOSSO TIME!!! E que venha o título do INTERUNESP desse ano, hein?!

À minha amiga mais que especial, Camilinha, a pessoa mais meiga do mundo, por todo seu carinho e amizade. Adoro você!!!

Ao meu melhor e mais leal amigo, Zappa, companheiro para todas as horas há mais de 10 anos (meu velhinho lindo e barulhento). A alegria da minha vida!!! Sempre divertido, disposto a pular, passear, brincar com a bolinha... Esse cachorro tem uma energia!!!

E finalmente, a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho, que não foram citadas aqui por falta de memória, o meu Muito Obrigada!!!



*“Não é o mais forte que sobrevive,
nem o mais inteligente, mas o que
melhor se adapta às mudanças.”*

CHARLES DARWIN

RESUMO

Coptotermes gestroi e *Heterotermes tenuis* são espécies de cupins pertencentes à família Rhinotermitidae consideradas importantes pragas urbanas no Brasil, sendo que a segunda também é encontrada em ambientes agrícolas. No ambiente urbano, tais espécies são encontradas consumindo várias fontes celulósicas, algumas até aparentemente similares. O processo de forrageamento dos cupins subterrâneos é dinâmico e muda ao longo do tempo. Contudo, devido aos seus hábitos crípticos, existem alguns pontos polêmicos que precisam ser esclarecidos, principalmente visando melhorar e embasar as novas estratégias de manejo, tais como a tecnologia de isca. Em vista do exposto, a presente pesquisa propôs analisar e comparar, por meio de bioensaios, as respostas comportamentais de *C. gestroi* e *H. tenuis* considerando diferentes formas de apresentação do alimento e frente a recursos alimentares equivalentes. Uma vez que uma colônia pode utilizar várias fontes alimentares, também foi observado o comportamento de busca por novos alimentos, verificando o forrageamento desses insetos frente a recursos alimentares previamente visitados por outros cupins. Para esses bioensaios foram utilizados diferentes tipos de arenas experimentais compostas por câmaras “ninho” e câmaras alimentares. Adicionalmente, foi observado o comportamento de tunelamento dos forrageiros em solos heterogêneos, acrescidos de pistas físicas, químicas e biológicas, simulando aqueles presentes em áreas urbanas. Para tanto, foram utilizadas arenas bidimensionais compostas por duas placas de vidro separadas por uma moldura, a qual delimitava a área de tunelamento disponível para os indivíduos. Todos os dados obtidos foram analisados gráfica e estatisticamente, sendo que o nível de significância (α) adotado foi igual a 0,05. De acordo com os resultados obtidos nos experimentos com diferentes formas de apresentação do alimento pode-se verificar que ambas as espécies exibiram padrões comportamentais similares, evidenciando certa tendência em preferir os alimentos completamente enterrados no substrato. Com relação à exploração de recursos alimentares equivalentes, não foi observada nenhuma diferença entre consumos e recrutamentos obtidos para as primeiras fontes alimentares visitadas em comparação às outras disponíveis, ou seja, tanto *C. gestroi* como *H. tenuis* não concentraram seus esforços no consumo do primeiro alimento encontrado. Para os experimentos de tenacidade verificou-se que o consumo do primeiro recurso

alimentar disponível foi sempre superior aos demais e que as espécies estudadas exibiram padrões comportamentais distintos, sendo que o comportamento dos indivíduos forrageiros de *C. gestroi* foi mais homogêneo em relação a *H. tenuis*. Finalmente, os dados de tunelamento revelaram que os cupins alteram seu comportamento frente à presença de pistas físicas, químicas e biológicas no solo. Dessa forma, os resultados obtidos podem servir como subsídio adicional para o melhoramento das estratégias de controle empregadas atualmente, evitando ou reduzindo os prejuízos econômicos causados por essas espécies de cupins-praga.

Palavras-chave: *Coptotermes gestroi*, *Heterotermes tenuis*, térmita, comportamento alimentar, solos heterogêneos.

ABSTRACT

Coptotermes gestroi and *Heterotermes tenuis*, termites of the Rhinotermitidae family, are considered important urban pests in Brazil. The latter is also found in rural areas. In urban environments, these species consume many cellulose sources, some apparently similar. The foraging behavior of subterranean termites is dynamic and changes throughout time. However, due to their cryptic behavior, some questions still remain, especially regarding the construction of a framework and the improvement of new control strategies involving baits. The present study was aimed at analyzing and comparing the behavioral responses of *C. gestroi* and *H. tenuis* using bioassays involving different food presentations and equivalent food resources. Since a colony can feed on many food sources, the searching behavior of new food items was examined as well as foraging of food items previously visited by other termites. Bioassays consisted of different types of arenas with a “nest” and feeding chambers were carried out. Also, the tunneling behavior of foragers in heterogeneous soils and physical, chemical, and biological cues was examined, simulating those present in urban areas. Bioassays consisted of two glass plates separated by a frame delimitating the tunneling area available for the termites were carried out. The results were analyzed and significance level was set at $p = 0.05$. Based on the results obtained in the experiments with different forms of presentation of the food item, both species had similar behavioral patterns, showing a bias toward food items completely buried in the substrate. Regarding the exploitation of equivalent food sources, no differences were observed between consumption and recruiting for the first food sources visited compared to other sources available. Thus, *C. gestroi* and *H. tenuis* did not concentrate their efforts in the consumption of the first food item found. In tenacity experiments, the consumption of the first available food item was always higher than others, and the two species had distinct behavioral patterns. The behavior of *C. gestroi* foragers was more homogeneous compared to that of *H. tenuis*. Finally, the tunneling behavior of termites was affected by the presence of physical, chemical and biological cues in the soil. Our findings provide additional information for the improvement of control strategies currently used, avoiding or reducing economic losses caused by these pests.

Key words: *Coptotermes gestroi*, *Heterotermes tenuis*, termite, feeding behavior, foraging behavior, heterogeneous soils.

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 - Armadilha para coleta de <i>Coptotermes gestroi</i> e <i>Heterotermes tenuis</i> , composta por papelão corrugado enrolado colocado em uma garrafa PET cortada ao meio	14
Figura 2 - Esquema das arenas experimentais utilizadas nos bioensaios referentes à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação	16
Figura 3 - Esquema das arenas experimentais utilizadas nos bioensaios referentes à exploração de recursos alimentares equivalentes	17
Figura 4 - Esquema das arenas experimentais que serão utilizadas nos bioensaios referentes à tenacidade do forrageamento. A = Tratamento 1; B = Tratamento 2	18
Figura 5 - Esquema da arena bidimensional que foi utilizada nos bioensaios referentes ao comportamento de tunelamento em solos heterogêneos. A = Vista em perspectiva da arena montada; B = Vista lateral da arena montada; C = Vista lateral com as placas separadas	20
Figura 6 - Esquema da arena bidimensional que foi utilizada nos bioensaios referentes ao comportamento de tunelamento em solos heterogêneos (arame retorcido, túnel pré-existente com ou sem cupins recém-mortos)	21
Figura 7 - Arenas utilizadas nos bioensaios referentes ao comportamento de tunelamento frente à presença de uma pista física no substrato (linha-guia). A = Controle - sem a pista física; B = Tratamento - com a pista física (seta = arame)	21
Figura 8 - Esquema da arena bidimensional que será utilizada nos bioensaios referentes ao comportamento de tunelamento frente a solos com diferentes umidades separados por uma barreira de pedras	23
Figura 9 - Média e erro padrão da porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação para a espécie <i>C. gestroi</i>	25
Figura 10 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de <i>C. gestroi</i>) em cada câmara alimentar após o experimento	

referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação	26
Figura 11 - Média e erro padrão da porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação para a espécie <i>H. tenuis</i>	29
Figura 12 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de <i>H. tenuis</i>) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação	30
Figura 13 - Média e erro padrão do consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes para a espécie <i>C. gestroi</i> (comparação entre as posições de cada câmara alimentar) ..	36
Figura 14 - Média e erro padrão do consumo dos blocos de madeira após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes para a espécie <i>C. gestroi</i> (comparação entre o consumo obtido para o primeiro alimento encontrado pelos cupins e para as demais fontes alimentares oferecidas)	36
Figura 15 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de <i>C. gestroi</i>) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes (comparação entre as posições de cada câmara alimentar)	37
Figura 16 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de <i>C. gestroi</i>) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes (comparação entre o recrutamento obtido para o primeiro alimento encontrado pelos cupins e para as demais fontes alimentares oferecidas)	39
Figura 17 - Média e erro padrão do consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes para a espécie <i>H. tenuis</i> (comparação entre as posições de cada câmara alimentar) ...	41
Figura 18 - Média e erro padrão do consumo dos blocos de madeira após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes para a espécie <i>H. tenuis</i> (comparação entre o consumo obtido para o primeiro alimento encontrado pelos cupins e para as demais fontes alimentares oferecidas)	42
Figura 19 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de <i>H. tenuis</i>) em cada câmara alimentar após o experimento	

referente à exploração de recursos alimentares equivalentes (comparação entre as posições de cada câmara alimentar)	43
Figura 20 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de <i>H. tenuis</i>) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes (comparação entre o recrutamento obtido para o primeiro alimento encontrado pelos cupins e para as demais fontes alimentares oferecidas)	44
Figura 21 - Média e erro padrão da porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares para a espécie <i>C. gestroi</i>	48
Figura 22 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de <i>C. gestroi</i>) em cada câmara alimentar após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares	49
Figura 23 - Média e erro padrão da porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares para a espécie <i>H. tenuis</i>	52
Figura 24 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de <i>H. tenuis</i>) em cada câmara alimentar após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares	53
Figura 25 - Média e erro padrão da porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares para a espécie <i>C. gestroi</i>	58
Figura 26 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de <i>C. gestroi</i>) em cada câmara alimentar após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares	58
Figura 27 - Média e erro padrão da porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares para a espécie <i>H. tenuis</i>	61
Figura 28 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de <i>H. tenuis</i>) em cada câmara alimentar após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares	62
Figura 29 - Média e erro padrão do consumo de cada papel filtro após o experimento referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins para a espécie <i>C. gestroi</i> . C = : alimentos previamente expostos a cupins da	

mesma colônia; **H**: alimentos previamente expostos a cupins de outra espécie; **C ≠** : alimentos previamente expostos a cupins de uma colônia diferente da mesma espécie; **Controle**: alimentos sem exposição prévia a nenhum cupim68

Figura 30 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *C. gestroi*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins. **C =** : alimentos previamente expostos a cupins da mesma colônia; **H**: alimentos previamente expostos a cupins de outra espécie; **Controle**: alimentos sem exposição prévia a nenhum cupim; **C ≠** : alimentos previamente expostos a cupins de uma colônia diferente da mesma espécie 69

Figura 31 - Média e erro padrão do consumo de cada papel filtro após o experimento referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins para a espécie *H. tenuis*. **H =** : alimentos previamente expostos a cupins da mesma colônia; **Controle**: alimentos sem exposição prévia a nenhum cupim; **H ≠** : alimentos previamente expostos a cupins de uma colônia diferente da mesma espécie **C**: alimentos previamente expostos a cupins de outra espécie 72

Figura 32 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *H. tenuis*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins **H =** : alimentos previamente expostos a cupins da mesma colônia; **Controle**: alimentos sem exposição prévia a nenhum cupim; **H ≠** : alimentos previamente expostos a cupins de uma colônia diferente da mesma espécie **C**: alimentos previamente expostos a cupins de outra espécie 74

Figura 33 - Média e erro padrão do número de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença da linha-guia) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi* 77

Figura 34 - Média e erro padrão da porcentagem de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença da linha-guia) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi* 78

Figura 35 - Média e erro padrão do comprimento total de cada tipo de túnel encontrado nos controles e nos tratamentos (presença da linha-guia) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi* ... 81

- Figura 36** - Exemplos de padrões de tunelamento exibidos pelos forrageiros de *C. gestroi*. **A** e **B** = Controles; **C** e **D** = Tratamentos. As **setas** indicam alguns pontos nos quais os túneis foram construídos seguindo a linha-guia presente 82
- Figura 37** - Média e erro padrão do número de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença da linha-guia) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *H. tenuis* 83
- Figura 38** - Média e erro padrão da porcentagem de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença da linha-guia) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *H. tenuis* 85
- Figura 39** - Média e erro padrão do comprimento total de cada tipo de túnel encontrado nos controles e nos tratamentos (presença da linha-guia) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *H. tenuis* 86
- Figura 40** - Média e erro padrão do número de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença do túnel pré-existente) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi* 87
- Figura 41** - Média e erro padrão da porcentagem de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença do túnel pré-existente) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi* ... 89
- Figura 42** - Média e erro padrão do comprimento total de cada tipo de túnel encontrado nos controles e nos tratamentos (presença do túnel pré-existente) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi* 91
- Figura 43** - Exemplos de padrões de tunelamento exibidos pelos forrageiros de *C. gestroi*. **A** e **B** = Controles; **C** e **D** = Tratamentos. As **setas** indicam alguns pontos nos quais os túneis foram construídos partindo do túnel pré-existente 92
- Figura 44** - Média e erro padrão do número de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença do túnel pré-existente com soldados de *H. tenuis*) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi* 94
- Figura 45** - Média e erro padrão da porcentagem de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença do túnel pré-existente com soldados de *H. tenuis*) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi* 96

-
- Figura 46** - Média e erro padrão do comprimento total de cada tipo de túnel encontrado nos controles e nos tratamentos (presença do túnel pré-existente com soldados de *H. tenuis*) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi* 97
- Figura 47** - Exemplos de padrões de tunelamento exibidos pelos forrageiros de *C. gestroi*. **A e B** = Controles; **C e D** = Tratamentos. Os **círculos** indicam os locais onde os soldados de *H. tenuis* foram previamente colocados 98
- Figura 48** - Média e erro padrão do número de túneis encontrados nos controles (baixa e alta umidade) e nos tratamentos (presença de uma barreira física separando os substratos mais ou menos umedecidos) após o período experimental referente ao tunelamento da espécie *C. gestroi* 100
- Figura 49** - Média e erro padrão da porcentagem de túneis encontrados nos controles (baixa e alta umidade) e nos tratamentos (presença de uma barreira física separando os substratos mais ou menos umedecidos) após o período experimental referente ao tunelamento da espécie *C. gestroi* 100

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela I - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de <i>C. gestroi</i> em cada repetição após o período experimental referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação (28 dias). EP = erro padrão	25
Tabela II - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste <i>a posteriori</i> de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação do recrutamento (porcentagem de operários de <i>C. gestroi</i> encontrados) obtido para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação. R₁ , R₂ e R₃ = postos médios obtidos para cada forma de apresentação; p = probabilidades obtidas. Obs.: A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa	27
Tabela III - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de <i>C. gestroi</i> encontrados em cada câmara alimentar. rs = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas. Obs.: A probabilidade em vermelho corresponde à presença de correlação significativa	27
Tabela IV - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de <i>C. gestroi</i> encontrados em cada câmara alimentar. rs = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas. Obs.: As probabilidades em vermelho correspondem à presença de correlações significativas	28
Tabela V - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de <i>H. tenuis</i> em cada repetição após o período experimental referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação (28 dias). EP = erro padrão	28
Tabela VI - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste <i>a posteriori</i> de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação do recrutamento (porcentagem de operários de <i>H. tenuis</i> encontrados) obtido para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação. R₁ , R₂ e R₃ = postos médios obtidos para cada forma de apresentação; p = probabilidades obtidas. Obs.: A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa	31

- Tabela VII** - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação do recrutamento (porcentagem de soldados de *H. tenuis* encontrados) obtido para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação. R_1 , R_2 e R_3 = postos médios obtidos para cada forma de apresentação; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa 31
- Tabela VIII** - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. r_s = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de correlações significativas 32
- Tabela IX** - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. r_s = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de correlações significativas 32
- Tabela X** - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*. R_C = postos médios obtidos para a espécie *C. gestroi*; R_H = postos médios obtidos para a espécie *H. tenuis*; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa 33
- Tabela XI** - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de operários de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação. p = probabilidades obtidas 34
- Tabela XII** - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de soldados de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação. R_C = posto médio obtido para a espécie *C. gestroi*; R_H = posto médio obtido para a espécie *H. tenuis*; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** A

probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa	34
Tabela XIII - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de <i>C. gestroi</i> em cada repetição após o período experimental referente à exploração de recursos alimentares equivalentes (28 dias). EP = erro padrão	35
Tabela XIV - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste <i>a posteriori</i> de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação do recrutamento (porcentagem de soldados de <i>C. gestroi</i> encontrados) obtido para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares equivalentes (comparação entre as posições de cada câmara alimentar). R₁ , R₂ , R₃ e R₄ = postos médios obtidos para cada posição; p = probabilidades obtidas. Obs.: As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas	38
Tabela XV - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de <i>C. gestroi</i> encontrados em cada câmara alimentar. rs = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas. Obs.: As probabilidades em vermelho correspondem à presença de correlações significativas	39
Tabela XVI - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de <i>C. gestroi</i> encontrados em cada câmara alimentar. rs = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas. Obs.: As probabilidades em vermelho correspondem à presença de correlações significativas	39
Tabela XVII - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de <i>H. tenuis</i> em cada repetição após o período experimental referente à exploração de recursos alimentares equivalentes (28 dias). EP = erro padrão	40
Tabela XVIII - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de <i>H. tenuis</i> encontrados em cada câmara alimentar. rs = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas. Obs.: A probabilidade em vermelho corresponde à presença de correlação significativa	45
Tabela XIX - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de <i>H. tenuis</i> encontrados em cada câmara alimentar. rs = coeficientes de Spearman; p = probabilidades	

- obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de correlação significativa 45
- Tabela XX** - Teste de de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*. R_{1C} e R_{2C} = postos médios obtidos para a espécie *C. gestroi*; R_{1H} e R_{2H} = postos médios obtidos para a espécie *H. tenuis*; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas 46
- Tabela XXI** - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de operários de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares equivalentes. p = probabilidades obtidas 46
- Tabela XXII** - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de soldados de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares equivalentes. p = probabilidades obtidas 46
- Tabela XXIII** - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *C. gestroi* em cada repetição após o período experimental referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares (8 dias para as repetições 1 a 9 e 10 dias para a repetição 10). **EP** = erro padrão 47
- Tabela XXIV** - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. r_s = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de correlações significativas 50
- Tabela XXV** - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. r_s = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de correlação significativa 50
- Tabela XXVI** - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *H. tenuis* em cada repetição após o período experimental referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares (8 dias para as repetições 1, 2 e 8; 9 dias para as repetições 3,

4 e 9; 10 dias para as repetições 5 e 6; 12 dias para a repetição 7 e 16 dias para a repetição 10). EP = erro padrão	51
Tabela XXVII - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de <i>H. tenuis</i> encontrados em cada câmara alimentar. rs = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas	54
Tabela XXVIII - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de <i>H. tenuis</i> encontrados em cada câmara alimentar. rs = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas	54
Tabela XXIX - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste <i>a posteriori</i> de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares para as espécies <i>C. gestroi</i> e <i>H. tenuis</i> . R_{1C} e R_{2C} = postos médios obtidos para a espécie <i>C. gestroi</i> ; R_{1H} e R_{2H} = postos médios obtidos para a espécie <i>H. tenuis</i> ; p = probabilidades obtidas. Obs.: As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas	54
Tabela XXX - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de operários de <i>C. gestroi</i> e <i>H. tenuis</i> encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares. p = probabilidades obtidas	55
Tabela XXXI - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de soldados de <i>C. gestroi</i> e <i>H. tenuis</i> encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares. p = probabilidades obtidas	55
Tabela XXXII - Período transcorrido (horas) até a chegada dos cupins de <i>C. gestroi</i> e <i>H. tenuis</i> em cada uma das fontes alimentares disponíveis em cada repetição executada (r.)	56
Tabela XXXIII - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de <i>C. gestroi</i> em cada repetição após o período experimental referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares (8 dias para as repetições 1, 2, 3, 4, 6, 8 e 10 e 9 dias para as repetições 5, 7 e 9). EP = erro padrão	56
Tabela XXXIV - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de <i>C. gestroi</i>	

- encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas59
- Tabela XXXV** - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas59
- Tabela XXXVI** - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *H. tenuis* em cada repetição após o período experimental referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares (8 dias para a repetição 9; 10 dias para a repetição 1; 11 dias para a repetição 5; 12 dias para a repetição 3; 13 dias para a repetição 4; 14 dias para a repetição 10; 15 dias para a repetição 2; 16 dias para a repetição 6; 19 dias para a repetição 7 e 24 dias para a repetição 8). **EP** = erro padrão60
- Tabela XXXVII** - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares para *H. tenuis*. **R₁**, **R₂** e **R₃** = postos médios obtidos para cada forma de apresentação; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas62
- Tabela XXXVIII** - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação do recrutamento (porcentagem de operários de *H. tenuis* encontrados) obtido para cada câmara alimentar após o experimento de tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares. **R₁**, **R₂** e **R₃** = postos médios obtidos para cada um dos recursos alimentares disponíveis; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa63
- Tabela XXXIX** - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação do recrutamento (porcentagem de soldados de *H. tenuis* encontrados) obtido para cada câmara alimentar após o experimento de tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares. **R₁**, **R₂** e **R₃** = postos médios obtidos para cada um dos recursos alimentares disponíveis; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas63
- Tabela XL** - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de *H. tenuis* encontrados

em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa 64

Tabela XLI - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa 64

Tabela XLII - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*. **R_{1C}** = posto médio obtido para a espécie *C. gestroi*; **R_{1H}** = posto médio obtido para a espécie *H. tenuis*; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa 65

Tabela XLIII - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de operários de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares. **p** = probabilidades obtidas 65

Tabela XLIV - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de soldados de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares. **p** = probabilidades obtidas 66

Tabela XLV - Período transcorrido (horas) até a chegada dos cupins de *C. gestroi* e *H. tenuis* em cada uma das fontes alimentares disponíveis em cada repetição executada (r.) 66

Tabela XLVI - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *C. gestroi* em cada repetição após o período experimental referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins (10 dias). **EP** = erro padrão 67

Tabela XLVII - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins para *C. gestroi*. **C** = : alimentos previamente expostos a cupins da mesma colônia, **H**: alimentos previamente expostos a cupins de outra

espécie e C ≠ : alimentos previamente expostos a cupins de uma colônia diferente; R ₁ , R ₂ , R ₃ e R ₄ = postos médios obtidos para cada recurso alimentar; p = probabilidades obtidas. Obs.: A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa	68
Tabela XLVIII - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada papel filtro e a porcentagem de operários de <i>C. gestroi</i> encontrados em cada câmara alimentar. rs = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas	70
Tabela XLIX - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada papel filtro e a porcentagem de soldados de <i>C. gestroi</i> encontrados em cada câmara alimentar. rs = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas ...	70
Tabela L - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de <i>H. tenuis</i> em cada repetição após o período experimental referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins (10 dias). EP = erro padrão	71
Tabela LI - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste <i>a posteriori</i> de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins para <i>H. tenuis</i> . H = : alimentos previamente expostos a cupins da mesma colônia, C : alimentos previamente expostos a cupins de outra espécie e H ≠ : alimentos previamente expostos a cupins de uma colônia diferente; R ₁ , R ₂ , R ₃ e R ₄ = postos médios obtidos para cada recurso alimentar; p = probabilidades obtidas. Obs.: A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa	73
Tabela LII - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada papel filtro e a porcentagem de operários de <i>H. tenuis</i> encontrados em cada câmara alimentar. rs = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas. Obs.: As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas	74
Tabela LIII - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada papel filtro e a porcentagem de soldados de <i>H. tenuis</i> encontrados em cada câmara alimentar. rs = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas. Obs.: As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas	74

- Tabela LIV** - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*. R_{1C} = posto médio obtido para a espécie *C. gestroi*; R_{1H} = posto médio obtido para a espécie *H. tenuis*; p = probabilidades obtidas 75
- Tabela LV** - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de operários de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares explorados por outros cupins. p = probabilidades obtidas 76
- Tabela LVI** - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de soldados de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares explorados por outros cupins. p = probabilidades obtidas 76
- Tabela LVII** - Número e porcentagem de túneis construídos por *C. gestroi* em cada uma das repetições (controles e tratamentos) após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de uma pista física no substrato (arame retorcido: linha-guia) 78
- Tabela LVIII** - Médias do número e da porcentagem \pm erro padrão (E.P.) de túneis construídos por *C. gestroi* nos controles e tratamentos após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de uma pista física no substrato (arame retorcido: linha-guia) 78
- Tabela LIX** - Número e porcentagem de túneis construídos por *H. tenuis* em cada uma das repetições (controles e tratamentos) após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de uma pista física no substrato (arame retorcido: linha-guia) 84
- Tabela LX** - Médias do número e da porcentagem \pm erro padrão (E.P.) de túneis construídos por *H. tenuis* nos controles e tratamentos após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de uma pista física no substrato (arame retorcido: linha-guia) 84
- Tabela LXI** - Número e porcentagem de túneis construídos por *C. gestroi* em cada uma das repetições (controles e tratamentos) após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de um túnel pré-existente no substrato 88

Tabela LXII - Médias do número e da porcentagem \pm erro padrão (E.P.) de túneis construídos por <i>C. gestroi</i> nos controles e tratamentos após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de um túnel pré-existente no substrato	88
Tabela LXIII - Número e porcentagem de túneis construídos por <i>C. gestroi</i> em cada uma das repetições (controles e tratamentos) após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de um túnel pré-existente contendo soldados de <i>H. tenuis</i>	95
Tabela LXIV - Médias do número e da porcentagem \pm erro padrão (E.P.) de túneis construídos por <i>C. gestroi</i> nos controles e tratamentos após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de um túnel pré-existente contendo soldados de <i>H. tenuis</i>	95

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. A Ordem Isoptera.....	4
2.2. Os Cupins Subterrâneos.....	6
2.3. Dinâmica do Forrageamento de Cupins.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Cupins.....	14
3.2. Exploração de Recursos Alimentares com Diferentes Formas de Apresentação	15
3.3. Exploração de Recursos Alimentares Equivalentes.....	16
3.4. Tenacidade do Forrageamento.....	17
3.5. Exploração de Recursos Alimentares Previamente Visitados por Outros Cupins.....	18
3.6. Comportamento de Tunelamento Frente à Presença de Pistas Físicas, Químicas e Biológicas no Solo (Solos Heterogêneos).....	19
3.7. Comportamento de Tunelamento em Solos com Umidades Heterogêneas Separadas por Barreira Física.....	22
4. RESULTADOS.....	24
4.1. Exploração de Recursos Alimentares com Diferentes Formas de Apresentação	24
4.1.1. <i>Coptotermes gestroi</i>	24
4.1.2. <i>Heterotermes tenuis</i>	28
4.1.3. Comparação entre os resultados obtidos para <i>Coptotermes gestroi</i> e <i>Heterotermes tenuis</i>	32
4.2. Exploração de Recursos Alimentares Equivalentes.....	34
4.2.1. <i>Coptotermes gestroi</i>	34
4.2.2. <i>Heterotermes tenuis</i>	40
4.2.3. Comparação entre os resultados obtidos para <i>Coptotermes gestroi</i> e <i>Heterotermes tenuis</i>	45
4.3. Tenacidade do Forrageamento.....	47
4.3.1. Tratamento 1 (2 Fontes Alimentares).....	47

4.3.1.1. <i>Coptotermes gestroi</i>	47
4.3.1.2. <i>Heterotermes tenuis</i>	50
4.3.1.3. Comparação entre os resultados obtidos para <i>Coptotermes gestroi</i> e <i>Heterotermes tenuis</i>	54
4.3.2. Tratamento 2 (3 Fontes Alimentares).....	56
4.3.2.1. <i>Coptotermes gestroi</i>	56
4.3.2.2. <i>Heterotermes tenuis</i>	59
4.2.2.3. Comparação entre os resultados obtidos para <i>Coptotermes gestroi</i> e <i>Heterotermes tenuis</i>	64
4.4. Exploração de Recursos Alimentares Previamente Visitados por Outros Cupins.....	66
4.4.1. <i>Coptotermes gestroi</i>	66
4.4.2. <i>Heterotermes tenuis</i>	70
4.4.3. Comparação entre os resultados obtidos para <i>Coptotermes gestroi</i> e <i>Heterotermes tenuis</i>	75
4.5. Comportamento de Tunelamento Frente à Presença de Pistas Físicas, Químicas e Biológicas no Solo (Solos Heterogêneos).....	76
4.5.1. Presença de arame retorcido simulando uma linha-guia (pista física)..	76
4.5.1.1. <i>Coptotermes gestroi</i>	76
4.5.1.2. <i>Heterotermes tenuis</i>	82
4.5.2. Presença de túnel pré-existente simulando uma exploração anterior (pista física).....	86
4.5.2.1. <i>Coptotermes gestroi</i>	86
4.5.3. Presença de túnel pré-existente contendo três soldados recém-mortos simulando uma exploração anterior por outra espécie de cupim (pistas física, química e biológica).....	93
4.5.3.1 <i>Coptotermes gestroi</i>	93
4.6. Comportamento de Tunelamento em Solos com Umidades Heterogêneas Separadas por Barreira Física.....	98
4.6.1. <i>Coptotermes gestroi</i>	98
5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	101
6. REFERÊNCIAS.....	116



Introdução

1 – INTRODUÇÃO

Os cupins são insetos eussociais pertencentes à Classe Insecta, Ordem Isoptera, os quais apresentam estruturas de colônias bastante complexas, com alguns aspectos de sua organização social e reprodução ainda desconhecidos quando comparados aos Hymenoptera (ABE *et al.*, 2000). Os isópteros são bastante conhecidos pelo seu potencial como praga, apesar dos cupins-praga constituírem minoria dentro do grupo. Dentre os insetos xilófagos que atacam madeira e outros materiais celulósicos utilizados pelo homem, os térmitas são economicamente os mais importantes, tornando necessário o desenvolvimento de técnicas de controle e manejo, tais como tratamentos preventivos e curativos, a fim de minimizar os prejuízos. O real prejuízo causado em meio urbano por esses insetos ainda é desconhecido, já que são estimados altos custos nos tratamentos preventivos e curativos e os gastos resultantes da perda e reposição dos materiais atacados ainda são subestimados.

As espécies de cupins que causam danos às edificações em áreas urbanizadas incluem, principalmente, os cupins subterrâneos e os cupins de madeira seca. Os primeiros englobam os térmitas pertencentes à família Rhinotermitidae, e são conhecidos como cupins subterrâneos porque, geralmente, constroem seus ninhos sob o solo. Essa família compreende a maior parte das espécies economicamente importantes, sendo que os gêneros *Coptotermes* Wasmann, 1896 e *Heterotermes* Froggatt, 1896 abrangem o maior número de espécies-praga em várias partes do Brasil, e para o primeiro gênero essa afirmação pode ser estendida a escalas mundiais (HARRIS, 1961; EDWARDS & MILL, 1986; MARICONI *et al.*, 1986; BANDEIRA *et al.*, 1989; LELIS, 1995; SU & SCHEFFRAHN, 1998; COSTA-

LEONARDO, 2002, 2007, 2008; COSTA-LEONARDO *et al.*, 2007). Entre as espécies de *Coptotermes*, *C. gestroi* Wasmann, 1896 é um cupim exótico causador de grandes prejuízos financeiros nas áreas urbanas do Estado de São Paulo (LELIS, 1994; FONTES, 1995). Já *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) é uma espécie nativa descrita como importante praga tanto em ambientes urbanos como rurais. Finalmente, dentre os cupins de madeira seca, pertencentes à Família Kalotermitidae, deve-se destacar a espécie *Cryptotermes brevis* (Walker, 1853), bastante comum no Brasil.

O mercado brasileiro de inseticidas para o controle de cupins gira em torno de 40 milhões de dólares por ano (SATO, comunicação pessoal). Porém, os métodos de aplicação de inseticidas químicos convencionais não levam em consideração fatores que envolvem a biologia desses insetos, e por isso acabam não sendo muito eficazes. O conhecimento das estratégias de procura de recursos alimentares pelos cupins subterrâneos deve contribuir para o aperfeiçoamento dos programas de manejo baseados no uso de iscas tóxicas, um método experimental cujo princípio é a transmissão de agentes químicos ou biológicos diretamente para os cupins, via ingestão, visando atingir toda a colônia, principalmente o casal real, sem que o ambiente seja contaminado. Os cupins forrageiros ingerem o ingrediente ativo, mas não morrem imediatamente; vivem o suficiente para transportar a substância química ou biológica para a colônia e espalhá-la via trofalaxia. Dessa maneira, a colônia se enfraquece ou é eliminada, e a estrutura ou peça de madeira infestada é abandonada. Entretanto, a implementação comercial das iscas precisa estar integrada com a experiência científica para que seja obtido um produto realmente efetivo. Mais do que qualquer outra tecnologia de controle, a eficácia dessas iscas depende do comportamento de forrageamento dos cupins. Contudo, devido aos hábitos crípticos dos rinotermitídeos, existem alguns pontos polêmicos acerca do processo de forrageamento que precisam ser esclarecidos, visando principalmente fornecer embasamento e melhorar a implementação de estratégias de controle, tais como a tecnologia de isca. No caso de formigas ou baratas domiciliares, pode-se limitar substancialmente o acesso desses insetos às fontes alimentares por meio da limpeza do local e retirada de outros alimentos. Com os cupins o desafio é muito maior porque é inevitável que haja no ambiente outros recursos alimentares disponíveis, tais como madeiras das edificações, árvores, raízes, postes de madeira, cercas, etc..

Atualmente não existem no mercado brasileiro iscas eficientes para o controle dos cupins subterrâneos *C. gestroi* e *H. tenuis*, uma vez que as comercializadas são importadas e foram desenvolvidas para as espécies de térmitas de regiões temperadas. Portanto, passam a ser de suma importância a análise e a comparação dos padrões comportamentais de ambas as espécies, visando o aperfeiçoamento de iscas para os cupins-praga subterrâneos encontrados no Brasil. Além disso, o estudo de aspectos da dinâmica do forrageamento entre tais espécies é extremamente relevante porque elas são encontradas consumindo várias fontes celulósicas, algumas aparentemente similares, sendo que a primeira leva nítida vantagem competitiva quando ambas se encontram (LIMA & COSTA-LEONARDO, 2006).

Em vista do exposto, o objetivo principal desse estudo é oferecer subsídios para o desenvolvimento de novas tecnologias para manejo, controle e supressão de cupins-praga por meio da comparação das respostas comportamentais de *C. gestroi* e *H. tenuis* frente a aspectos do forrageamento de cupins subterrâneos que ainda não estão bem esclarecidos. Desse modo, a presente pesquisa propôs responder, por meio de testes laboratoriais, às seguintes questões:

- 1) A forma de apresentação do alimento influencia a escolha e o consumo pelos cupins *C. gestroi* e *H. tenuis*?
- 2) Quando os itens alimentares disponíveis são similares, esses cupins detêm seus esforços no consumo do primeiro recurso visitado? Há diferença no padrão de comportamento das espécies em questão?
- 3) Uma vez que os cupins subterrâneos consomem várias fontes alimentares, em que momento os forrageiros deixam o primeiro alimento para procurar um segundo? E o terceiro? Existe diferença comportamental entre as duas espécies em questão?
- 4) Os cupins consomem fontes alimentares previamente visitadas por outros cupins da mesma colônia? E de colônias diferentes da mesma espécie? E de outra espécie?
- 5) Como ambas as espécies se comportam frente à presença de uma linha-guia no solo? Qual o comportamento exibido por *C. gestroi* quando os substratos de tunelamento apresentam pistas físicas, químicas e biológicas?



*Revisão de
Literatura*

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - A Ordem Isoptera

A ordem Isoptera engloba os indivíduos conhecidos como cupins, térmitas ou térmitas, sendo que suas formas aladas são popularmente chamadas de siriris ou aleluias (COSTA-LEONARDO, 2002). Os representantes dessa ordem possuem um aparelho bucal do tipo mastigador e seus imagos apresentam dois pares de asas iguais, dos quais advém o nome da ordem (isos = igual, pteron = asa) (COSTA-LEONARDO, 2002). Esses insetos constituem um dos grupos mais importantes de insetos eussociais, com 2.876 espécies descritas, sendo que na região neotropical existem 555 espécies (CONSTANTINO, 2010).

Os Isoptera compreendem sete famílias: Mastotermitidae, Kalotermitidae, Termopsidae, Hodotermitidae, Serritermitidae, Rhinotermitidae e Termitidae. Os cupins pertencentes às seis primeiras famílias são denominados “cupins inferiores” e os pertencentes à sétima família (Termitidae) são denominados “cupins superiores”. Tais designações não significam que os insetos apresentam similaridades filogenéticas nem diferentes origens, referem-se apenas à dependência de protozoários simbióticos, no caso dos “térmitas inferiores”, para auxiliar na degradação da celulose (COSTA-LEONARDO, 2002).

Apenas cinco das sete famílias de térmitas existentes no mundo ocorrem na América do Sul, e destas, apenas três (Kalotermitidae, Rhinotermitidae e Termitidae) são economicamente importantes (MARTIUS, 1998). De acordo com Edwards & Mill (1986) somente 180 espécies danificam edificações, e dessas, cerca de 80 causam

danos significativos. No Brasil ocorrem aproximadamente 300 espécies, que se distribuem entre as famílias Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae (CONSTANTINO, 1999).

Os cupins são um dos grupos de invertebrados dominantes em ambientes terrestres tropicais (LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007) e estão espalhados desde as florestas úmidas até as savanas, sendo encontrados até mesmo em regiões áridas (LEE & WOOD, 1971). A explicação para essa extraordinária abundância advém da existência da simbiose com microorganismos, além de uma organização social bastante desenvolvida (COSTA-LEONARDO, 2002).

Essa ordem de insetos é bastante conhecida pelo seu potencial como praga, apesar dos cupins-praga constituírem a minoria dentro do grupo (cerca de 10%). Porém, o papel ecológico dos térmitas no ambiente é primordial, visto que participam ativamente da decomposição e reciclagem de nutrientes nos ecossistemas naturais (COSTA-LEONARDO, 2002, 2008; LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007).

Uma grande variedade de material orgânico pode servir de alimento para os cupins, incluindo madeira (viva ou morta), gramíneas, plantas herbáceas, folheto, fungos e excrementos de animais (LEE & WOOD, 1971; LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007). Nos ecossistemas naturais os cupins ocupam a posição de consumidores primários ou decompositores (herbívoros e detritívoros), uma vez que atuam na trituração, decomposição, humificação e mineralização de uma variedade de materiais celulósicos (TAYASU *et al.*, 1997; COSTA-LEONARDO, 2002, 2008; LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007). Suas construções também provocam modificações no solo, envolvendo mudanças de perfis, texturas e variações da proporção de matéria orgânica e inorgânica. Devido a essa mudança de perfil edáfico, podem também provocar mudanças na vegetação, o que, conseqüentemente, causa modificações na distribuição faunística local (LEE & WOOD, 1971; WOOD & SANDS, 1978). Eles também influenciam na porosidade do solo devido à construção de túneis e galerias. Isso contribui para um melhoramento da aeração do terreno, acarretando uma maior infiltração e penetração de água, além da proliferação de raízes vegetais (COSTA-LEONARDO, 2002).

Com o aumento da área urbana e a conseqüente diminuição dos alimentos naturais, os cupins são encontrados em construções e residências, buscando os elementos indispensáveis à sua manutenção, tais como espaço e alimentação (ALVES & BERTI-FILHO, 1995). Além disso, restos de madeiras, geralmente sobras

das construções, são enterrados durante a obra, o que ajuda na proliferação desses insetos (LELIS, 1994). Nas áreas urbanas mundiais, estima-se que os gastos com tratamento, reparos e substituições de peças atacadas por térmitas alcance valores da ordem de US\$ 5 a 10 bilhões anuais (MILANO & FONTES, 2002). Segundo os mesmos autores, apenas na cidade de São Paulo, as perdas podem atingir algo em torno de US\$ 10 a 20 milhões anuais.

2.2 - Os Cupins Subterrâneos

Os cupins pertencentes à família Rhinotermitidae são conhecidos como cupins subterrâneos porque geralmente constroem seus ninhos sob o solo. Essa família é composta por sete subfamílias: Coptotermitinae, Heterotermitinae, Psammotermitinae, Termitogetoninae, Stylotermitinae, Rhinotermitinae e Prorhinotermitinae (GRASSÉ, 1986; COSTA-LEONARDO, 2002).

Entre as espécies de *Coptotermes*, *C. gestroi* Wasmann, 1896 é um térmita exótico proveniente do sudeste asiático (Índia, Birmânia, Tailândia, Malásia e Indonésia), fato pelo qual foi sugerida a designação comum de “cupim subterrâneo asiático” (KIRTON & BROWN, 2003). Em áreas urbanas essa espécie ataca madeiras estruturais e outros materiais celulósicos; em áreas rurais de países asiáticos, como por exemplo, Malásia e Singapura, esses insetos também atacam plantações agrícolas (KIRTON & WONG, 2001; LEE, 2007). No Brasil, *C. gestroi* causa grande impacto econômico, principalmente no litoral e em cidades como São Paulo, Campinas, Santos e Rio de Janeiro (COSTA-LEONARDO, 2002, 2007, 2008; COSTA-LEONARDO *et al.*, 2007). Provavelmente foi introduzida no início do século passado (década de 1920) pelos portos do Rio de Janeiro/RJ e de Santos/SP (ARAÚJO, 1986). Contudo, sua introdução deve ter ocorrido alguns anos antes, pois as infestações já estavam bastante adiantadas na cidade do Rio de Janeiro, uma vez que a quantidade de alados na revoada era imensa (COSTA-LEONARDO, 2002). Como já mencionado anteriormente, nas áreas urbanas essa espécie danifica estruturas de madeira, sendo que o custo do tratamento de controle de cupins em 240 edificações monitoradas na cidade de São Paulo, infestadas principalmente por *C. gestroi*, foi estimado em US\$ 3,350,000.00 (LELIS, 1994). Um estudo mais

recente, realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), constatou que o custo envolvido no controle de cupins subterrâneos em edificações da cidade de São Paulo no ano de 2005 foi de R\$ 7,9 milhões, considerando as etapas de inspeção e/ou tratamento químico (ROMAGNANO & NAHUZ, 2006).

Atualmente existem grandes infestações causadas por *C. gestroi* nas cidades de São Paulo (SP) e do Rio de Janeiro (RJ), além de introduções mais recentes nos estados de Pernambuco (FONTES & VEIGA, 1998), Pará e Bahia (FERRAZ, 2000), Ceará, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina (CONSTANTINO, 2002; FONTES & MILANO, 2002; COSTA-LEONARDO, 2002, 2007, 2008; COSTA-LEONARDO *et al.*, 2007). Porém, uma vez que esse cupim é disseminado para outras regiões por ação do homem, é provável que já tenha atingido outros estados (COSTA-LEONARDO, 2007). No estado de São Paulo, além do litoral, esse cupim já infesta cidades como Campinas, Piracicaba, Limeira, Araraquara, Rio Claro, Taubaté, Jacareí, Porto Ferreira e Ribeirão Preto (COSTA-LEONARDO, 2002, 2008), sendo que no Brasil ele nunca foi encontrado na região rural (COSTA-LEONARDO *et al.*, 1999; FERRAZ, 2000; MILANO & FONTES, 2002). Na cidade de Rio Claro essa espécie está estabelecida há quase quarenta anos, sendo que já causava prejuízos na região central da cidade por volta de 1970 (COSTA-LEONARDO, 2002).

De acordo com Milano & Fontes (2002), *C. gestroi* está expandindo suas fronteiras geográficas, e sua infestação e controle compõem, atualmente, um dos maiores desafios urbanos no Brasil. Até pouco tempo atrás, *C. gestroi* era identificado, no Brasil e em outras áreas americanas, como *Coptotermes havilandi*. Contudo, Kirton & Brown (2003) mostraram que *C. havilandi* é sinonímia júnior de *C. gestroi*. As espécies exóticas invasoras são organismos (plantas, animais ou microorganismos) que, introduzidos em ecossistemas dos quais não fazem parte, adaptam-se, reproduzem-se e invadem o ambiente, competindo com as espécies nativas (MACK *et al.*, 2000). Esses invasores ocupam o espaço de outras espécies e não geram alimento para a fauna, o que desequilibra o ecossistema (RANDALL, 1994), podendo causar diversos impactos ambientais, tais como a extinção de espécies, quebra de cadeias alimentares, alteração de propriedades químicas e físicas do solo e até a modificação da paisagem urbana (WESTBROOKS, 1998).

Já *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) é uma espécie nativa descrita como importante praga tanto em áreas urbanas, onde ataca estruturas de madeira, livros e

jornais, como em ambientes agrícolas, onde infesta colmo de milho envelhecido, *Eucalyptus* vivo e cana-de-açúcar (ARAÚJO, 1958, 1986; PIZANO & FONTES, 1986; MILL, 1991; ALMEIDA *et al.*, 1998; COSTA-LEONARDO, 2002, 2008; GARCIA *et al.*, 2004; COSTA-LEONARDO *et al.*, 2007). Os danos causam perda média estimada em 10 toneladas de cana por hectare a cada colheita (NOVARETTI, 1985), e um montante de cerca de R\$ 1.086,00/ha são gastos no controle dessa espécie em meio agrícola (GARCIA *et al.*, 2004).

2.3 - Dinâmica do Forrageamento de Cupins

O comportamento de forrageamento dos cupins é uma atividade coletiva composta de ações individuais integradas e a sua biologia alimentar é, sem dúvida, o fator mais relevante na história de vida e evolução social desses insetos (TRANIELLO & LEUTHOLD, 2000). De acordo com Grace & Campora (2005), o forrageamento dos cupins subterrâneos pode ser dividido em 3 fases. A primeira etapa consiste na localização de uma fonte alimentar adequada e envolve a exploração de um substrato pela criação de uma rede de túneis. As colônias de cupins subterrâneos dependem dessas redes para acessar os recursos necessários ao seu crescimento e manutenção (GRACE & CAMPORA, 2005; SU & BARDUNIAS, 2005). A segunda fase do forrageamento só é iniciada depois que vários itens alimentares foram descobertos e estão conectados por túneis. Ela consiste no recrutamento de forrageiros adicionais, os quais irão avaliar a qualidade dos recursos disponíveis (LENZ, 1994), para que sejam iniciadas a alimentação e a distribuição dos nutrientes para toda a colônia (SU & BARDUNIAS, 2005). O comportamento de recrutamento é realizado por meio de feromônios de trilha, depositados pelas glândulas esternais dos operários (STUART, 1969; COSTA-LEONARDO, 2008). Finalmente, quando vários locais de alimentação são estabelecidos, os forrageiros devem decidir onde alocar seus esforços, uma vez que nem todos os recursos podem ser aceitos igualmente (GRACE & CAMPORA, 2005).

Segundo os mesmos autores, o processo de forrageamento é dinâmico e muda ao longo do tempo, de acordo com a quantidade de recursos alimentares disponíveis e com os requerimentos da colônia. Waller & La Fage (1987), por

exemplo, verificaram que *Coptotermes formosanus* Shiraki, 1909 pode modificar o comportamento de recrutamento de acordo com a qualidade ou quantidade de alimento acessível. Portanto, assim como outros animais, as estratégias dos cupins para a localização do alimento estão relacionadas a questões básicas, tais como a eficiência na alocação de energia.

Até 1995 os estudos com cupins subterrâneos focalizaram principalmente os grupos ou territórios de forrageamento e a densidade da colônia (LA FAGE *et al.*, 1973; SU *et al.*, 1993). Os trabalhos de Robson *et al.* (1995) e Reinhard *et al.* (1997) foram pioneiros e mostraram que a procura do alimento é realizada por uma geometria de túneis, visando minimizar a sobreposição durante o forrageamento de uma colônia de cupins subterrâneos. Por exemplo, se os cupins constroem três galerias, elas deverão estar separadas aproximadamente por 120° e, se o sistema apresentar quatro ramos, eles estarão separados por ângulos de 90°, fazendo com que esses insetos não procurem alimento em áreas já forrageadas (THORNE & TRANIELLO, 2003). De acordo com esses autores, não se sabe como os operários medem os ângulos de construção dos túneis, mas esse procedimento economiza tempo e energia na localização do alimento.

O alimento na forma de madeira estrutural não muda de posição, mas cada item alimentar é uma fonte não-renovável e se esgota com o tempo. Além disso, tais recursos podem se tornar inadequados, impalatáveis ou mesmo tóxicos para os cupins forrageiros depois de um determinado período, principalmente em ambientes urbanos, onde inseticidas e preservativos de madeira são utilizados. Em vista dessas ocorrências, os cupins subterrâneos procuram constantemente por novas fontes alimentares e as escolhem entre os recursos disponíveis visando garantir o crescimento e a sobrevivência de suas colônias (GRACE & CAMPORA, 2005).

Atualmente, aceita-se que o consumo alimentar dos rinotermitídeos é influenciado por uma combinação de fatores bióticos e abióticos (LENZ *et al.*, 1984; SU *et al.*, 1984; LENZ, 1985; SU & LA FAGE, 1987; JONES *et al.*, 1987; DELAPLANE, 1991; COSTA-LEONARDO, 1997, 2006, 2007, 2008; FEI & HENDERSON, 2002; ARAB & COSTA-LEONARDO, 2005; GREEN *et al.*, 2005; WONG & LEE, 2010), incluindo a densidade da população desses cupins, seu vigor, o tipo de alimento, as condições climáticas e a mortalidade dos indivíduos. De acordo com Waller & La Fage (1986), alguns dos fatores que afetam a preferência alimentar dos cupins são: o tamanho, a forma e a posição do alimento, sua

composição química, densidade e dureza, além da umidade nele contida. No entanto, a maioria das pesquisas recentes não tem levado em consideração a influência da forma de apresentação do alimento sobre o comportamento de forrageamento dos cupins subterrâneos.

Certos cupins xilófagos preferem grandes madeiras ou árvores, outros atacam pequenos gravetos e galhos (WOOD, 1978). De acordo com alguns pesquisadores (WALLER & LA FAGE, 1987; LENZ, 1994), os térmitas preferem grandes volumes de madeira e avaliam esse tamanho pelas trilhas e galerias que os forrageiros estabelecem no alimento e até mesmo por emissões acústicas ultrassônicas geradas pelas suas mordidas, no caso dos cupins de madeira-seca da espécie *Cryptotermes domesticus* (Haviland, 1898) (EVANS *et al.*, 2005). Embora haja evidências sugerindo que grandes armadilhas sofrem grandes danos em testes de campo (WOOD, 1978), estacas de pequeno volume, porém com grande área de superfície foram preferencialmente atacadas em testes de “graveyard” em Gana (USHER & OCLOO, 1974). Howick (1975) testou madeiras com comprimentos variando de 20 a 100mm e encontrou que *Coptotermes* e *Nasutitermes* preferem pedaços grandes, mas *Mastotermes* não. Ettershank *et al.* (1980) demonstraram que os cupins do deserto preferem madeiras da superfície às aquelas enterradas. Porém, Usher & Ocloo (1974) observaram que os cupins em Gana preferiram a madeira enterrada. Haverty & Nutting (1974), estudando o forrageamento de cupins no deserto do Arizona (Estados Unidos), constataram que *Paraneotermes* Light, 1937 também prefere madeira enterrada, mas o gênero simpátrico *Heterotermes* ataca tanto madeiras enterradas quanto superficiais. Neste caso específico, as diferenças estão aparentemente relacionadas à tolerância a temperatura. A preferência dos cupins por tamanho, forma e posição do alimento está intimamente ligada às adaptações fisiológicas das espécies a determinado modo de ataque (WALLER & LA FAGE, 1986).

Com relação à densidade e à dureza do alimento, vários estudos verificaram a preferência por espécies de madeiras menos densas (LEE & WOOD, 1971; BULTMAN *et al.*, 1979; RUST *et al.*, 1979; WHITFORD *et al.*, 1982) ou por madeira nova ao invés de madeira envelhecida (BEHR *et al.*, 1972), mas essa preferência pode ocorrer devido às diferenças químicas dos recursos alimentares. O conteúdo de umidade da madeira também pode influenciar a preferência alimentar (WILLIAMS & PEREZ MORALES, 1983). Alguns cupins necessitam de alimentos com alta

umidade, e outros são adaptados a alimentos secos (WALLER & LA FAGE, 1986). Os cupins que vivem e consomem madeira seca geralmente possuem adaptações morfofisiológicas para evitar a perda de água (COLLINS, 1969) e altas umidades podem ser letais para algumas dessas espécies (WALLER & LA FAGE, 1986).

Pelo exposto, pode-se concluir que diversos fatores influenciam o consumo alimentar dos Isoptera. Além disso, uma grande contribuição para o conhecimento da dinâmica de forrageamento dos cupins subterrâneos seria uma resposta para a seguinte pergunta: “Como os cupins forrageiros se comportam caso os recursos alimentares disponíveis sejam similares?”. Delaplane & La Fage (1987) sugeriram que, quando indivíduos forrageiros de *C. formosanus* encontram alimentos equivalentes, concentram seus esforços no primeiro alimento encontrado, ou seja, ocorre uma prioridade cronológica em relação à descoberta. Por outro lado, quando foram apresentados itens alimentares diferentes, de acordo com os referidos autores, a seleção baseou-se mais na qualidade do que na cronologia do encontro do alimento. Contudo, este fato ainda é um paradigma da ecologia nutricional dos cupins subterrâneos, já que nunca foi contestado. Delaplane & La Fage (1989a) também avaliaram a tenacidade do forrageamento de *C. formosanus* e *Reticulitermes flavipes* (Kollar, 1837) pela porcentagem de massa seca consumida de uma fonte alimentar por esses cupins antes que eles começassem a forragear em outro alimento, e sugeriram que essa tenacidade varia entre as espécies. Esse é outro fator não esclarecido devido aos poucos estudos sobre o movimento dos forrageiros entre as fontes alimentares, o que gera dúvida se esses indivíduos se movem ao acaso ou mostram fidelidade ao alimento escolhido (SU *et al.*, 1984; EVANS, 2002; SU & SCHERER, 2003; LONG & THORNE, 2006).

A tecnologia de isca é um método incorporado ao arsenal de táticas para o controle de cupins subterrâneos (COSTA-LEONARDO, 1996). Uma das estratégias dessa tecnologia é apresentar uma matriz de isca celulósica palatável aos cupins (POTTER, 1997; LIMA & COSTA-LEONARDO, não publicado). Com a possibilidade de uma população de térmitas se mover de uma área para outra (FORSCHLER, 1996), surgem algumas questões: “Pode-se reutilizar iscas que já tiveram contato prévio com outros cupins no controle de uma nova infestação?”; “Além disso, se uma colônia que já estava se alimentando numa determinada área for removida e outra vir a ocupar o referido local, é possível que essa nova população infeste as iscas já presentes nesse local?”. Os dados da literatura são contraditórios. Estudos

realizados por Delaplane & La Fage (1989b) demonstraram que *C. formosanus* prefere madeira previamente danificada por indivíduos da mesma colônia àquela danificada por *Reticulitermes virginicus* (Banks, 1907). Além disso, os mesmos autores relataram que *C. formosanus* preferiu madeira previamente atacada por *R. virginicus* à madeira virgem. Contudo, Polizzi & Forschler (1999) relataram falta de preferência de espécies de *Reticulitermes* Holmgren, 1913 por alimentos previamente expostos aos cupins. Esses resultados contraditórios mostram a necessidade de se examinar detalhadamente o processo de seleção dos recursos alimentares pelos cupins subterrâneos.

Os cupins subterrâneos são atraídos por voláteis e esse é um fator que permite aos forrageiros localizar as fontes alimentares (SMYTHE *et al.*, 1967; CORNELIUS *et al.*, 2002, 2003). Além disso, a deposição do feromônio de trilha tem um papel importante no recrutamento e na orientação dos forrageiros para um determinado recurso alimentar (TRANIELLO & LEUTHOLD, 2000; ARAB *et al.*, 2004). Adicionalmente, algumas pesquisas relatam que os cupins subterrâneos secretam uma substância fago-estimulante que, depositada sobre o alimento, provoca a agregação dos forrageiros e o consumo de tal recurso (REINHARD & KAIB, 1995; REINHARD *et al.*, 1997; CASARIN *et al.*, 2003). As estações de iscas previamente visitadas por cupins devem conter pistas feromonais resultantes da deposição do feromônio de trilha, do feromônio fago-estimulante, e até mesmo de semioquímicos originários das fezes, que devem provocar respostas atrativas ou de repelência em outras populações de cupins.

A partir de escavações de ninhos no campo, King & Spink (1969) observaram a ocorrência de sistemas de túneis elaborados, com até 130 metros de comprimento. Adicionalmente, grupos de operários e soldados forrageiros, provenientes de infestações urbanas envolvendo cinco espécies de cupins (*C. formosanus*, *C. gestroi*, *H. tenuis*, *R. flavipes* e *R. virginicus*), foram observados em estudos laboratoriais utilizando arenas de tunelamento (ROBSON *et al.*, 1995; CHEN & HENDERSON, 1997; HEDLUND & HENDERSON, 1999; PITTS-SINGERS & FORSCHLER, 2000; CAMPORA & GRACE, 2001; PUCHE & SU, 2001a, b; ARAB & COSTA-LEONARDO, 2005). Nestes testes, os cupins tunelaram em todas as direções, mas com ótimo espaçamento entre os túneis (ROBSON *et al.*, 1995; PITTS-SINGER & FORSCHLER, 2000; THORNE & TRANIELLO, 2003). Porém, o tunelamento foi mais expressivo quando as arenas continham menos alimento

(HEDLUND & HENDERSON, 1999), sendo que os térmitas não conseguiram detectar a madeira, mesmo quando estavam muito próximos, ou seja, a poucos milímetros da referida fonte alimentar (PUCHE & SU, 2001b).

O processo pelo qual os cupins subterrâneos tunelam a partir de seus ninhos para encontrar recursos alimentares, consumir o alimento e então retornar ao ninho, ainda não é bem compreendido. Algumas espécies que se alimentam de madeira e a encontram não só em ambientes naturais como também em ambientes urbanos, incluindo madeiras estruturais de edifícios e casas, causam um problema sério para seus proprietários, principalmente nas regiões tropicais (COSTA-LEONARDO, 2002, 2007, 2008; COSTA-LEONARDO *et al.*, 2007). Os ambientes naturais são muito heterogêneos, principalmente porque o solo é composto por diferentes camadas (horizontes), sendo constituído pela mistura de areia, argila e cascalho, conteúdo variável de água e de matéria orgânica, além da presença de raízes de árvores e túneis cavados por outros animais (LEE & WOOD, 1971; COSTA-LEONARDO, 2002).

De acordo com Thorne *et al.* (2004), a fase de exploração dos ambientes pelos cupins pode ser influenciada por uma mistura de fatores não previsíveis, tais como calor, enchentes, formigas predatórias, obstáculos (pedregulhos, por exemplo) ou até mesmo a falta de alimento. Resultados de experimentos laboratoriais mostraram que os operários de *C. gestroi* e *H. tenuis* aumentam sua atividade de tunelamento com o aumento da umidade, porém essa última espécie não consegue tunelar em solo com partículas muito heterogêneas, que variam de 0,002 a 4mm (ARAB & COSTA-LEONARDO, 2005).

Muitos pesquisadores têm notado que os cupins se orientam pelos canos hidráulicos para atingirem as casas e prédios. Em áreas urbanas, as fendas estão geralmente abaixo dos canos e de raízes, provavelmente devido ao fluxo da água no solo (EVANS, 2003). De acordo com Pitts-Singer & Forschler (2000), os cupins se orientam por “linhas-guia”, fato que também explica a tendência desses insetos se movimentarem no interior das edificações ao longo das junções das paredes com o piso (COSTA-LEONARDO, 2007). Outra situação comum em ambientes urbanos com infestação termítica é que os cupins subterrâneos atravessam barreiras de concreto devido ao fato desses insetos serem minúsculos e passarem pelos orifícios desse material, além de perfurarem plásticos e outros materiais não celulósicos a procura de alimento (COSTA-LEONARDO, 2007).



*Material e
Métodos*

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Cupins

Operários e soldados forrageiros das espécies *Coptotermes gestroi* Wasmann, 1896 e *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) foram coletados com o auxílio de armadilhas de garrafa PET com papelão corrugado (Fig. 1). Essas armadilhas foram colocadas no território de forrageamento de colônias existentes na cidade de Rio Claro, SP (22° 23' S, 47° 32' W), e os indivíduos coletados foram utilizados nos bioensaios descritos abaixo.



Figura 1 - Armadilha para coleta de *Coptotermes gestroi* e *Heterotermes tenuis*, composta por papelão corrugado enrolado colocado em uma garrafa PET cortada ao meio.

3.2 - Exploração de Recursos Alimentares com Diferentes Formas de Apresentação

Para este experimento foram testadas as seguintes formas de apresentação das fontes alimentares: alimento totalmente enterrado no substrato (área de contato com o substrato: 54 cm²), alimento parcialmente enterrado (superfície de contato: 27 cm²) e alimento sobre a superfície do substrato (superfície de contato: 9 cm²). As arenas experimentais utilizadas para esses bioensaios eram compostas por uma câmara central (volume igual a 250 mL), o “Ninho”, conectada por meio de pequenos tubos plásticos (10 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro) a três câmaras “Alimento” (145 mL) equidistantes entre si (Fig. 2). Todas as câmaras foram fechadas com tampa e continham uma matriz de areia esterilizada umedecida com água destilada (umidade da matriz igual a 6%), sendo que os orifícios de inserção dos tubos conectores foram completamente cobertos por essa matriz. Na câmara “Ninho” foram colocados 500 operários e 50 soldados de *C. gestroi* ou 500 operários e 17 soldados de *H. tenuis*, de acordo com a proporção de soldados encontrados durante o período de coleta dos indivíduos forrageiros. Em cada uma das câmaras “Alimento” colocou-se um cubo de *Pinus elliottii*, Família Pinaceae (27cm³ de volume e massa seca média de 11,62 g), variando-se a maneira de apresentação. Portanto, em cada arena experimental foram testadas as 3 variações na colocação do alimento. Todos os experimentos foram mantidos no escuro em sala ambiente com temperatura de 25°C ± 2°C por 28 dias. Para cada uma das espécies foram executadas 10 repetições. Após o período experimental, foi verificado o consumo de cada um dos cubos de madeira experimentados por meio da porcentagem de variação da massa seca, ou seja, da diferença da massa seca inicial e massa seca final (após secagem em estufa) para cada uma das repetições. Além disso, também foi realizada uma contagem do número de indivíduos vivos presentes em cada câmara, a fim de se verificar a sobrevivência total. Posteriormente, foram calculadas as porcentagens de operários e soldados recrutados para cada alimento em relação à sobrevivência total obtida para cada repetição. Os resultados obtidos foram submetidos a análises gráficas (descritivas) estatísticas inferenciais por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls, quando necessário (pacote estatístico BioEstat 5.0, AYRES *et al.*, 2007). Esse teste foi escolhido uma vez que os dados não apresentavam

normalidade e suas variâncias não eram homogêneas. A fim de verificar se havia correlação entre o consumo e o recrutamento de cada alimento oferecido, os dados foram analisados pelo teste de correlação de Spearman (SOKAL & ROHLF, 1995).

Adicionalmente, os resultados obtidos para a espécie *H. tenuis* foram comparados àqueles obtidos para *C. gestroi*, a fim de verificar se as espécies se comportam de maneira semelhante ou distinta frente a diferentes formas de apresentação dos recursos alimentares. Para tal comparação, os dados foram submetidos a análises estatísticas por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls, quando necessário (pacote estatístico BioEstat 5.0, AYRES *et al.*, 2007). A fim de verificar se havia correlação entre o consumo e o recrutamento obtidos para cada espécie estudada, os dados foram analisados pelo teste de correlação de Spearman (SOKAL & ROHLF, 1995). Para todas as análises estatísticas adotou-se nível de significância (α) igual a 0,05.

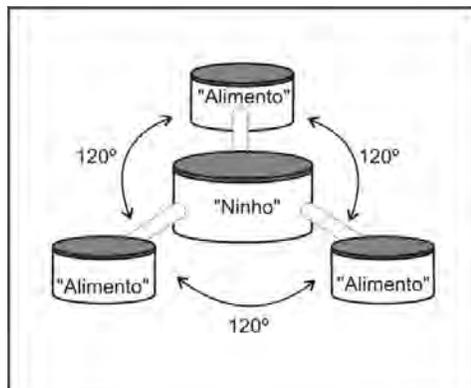


Figura 2 - Esquema das arenas experimentais utilizadas nos bioensaios referentes à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação.

3.3 - Exploração de Recursos Alimentares Equivalentes

Para testar a exploração de recursos alimentares equivalentes foram desenvolvidos bioensaios com arenas semelhantes àquelas já descritas no bioensaio anterior, porém com quatro câmaras "Alimento" (Fig. 3). Na câmara "Ninho" foram colocados 500 operários e 50 soldados de *C. gestroi* ou 500 operários e 30 soldados de *H. tenuis*, de acordo com a proporção de soldados encontrados

durante o período de coleta dos indivíduos forrageiros. Em cada uma das câmaras "Alimento" colocou-se um cubo de *P. elliotii* (27cm³) totalmente enterrado no substrato, de acordo com os resultados obtidos nos experimentos de exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação. Para este experimento também foram executadas 10 repetições para cada espécie. O comportamento dos insetos foi observado até a chegada de pelo menos um indivíduo na primeira câmara alimentar, com o intuito de verificar, posteriormente, se o consumo do alimento nela contido foi maior quando comparado às demais fontes alimentares oferecidas. Ao final do período experimental (28 dias) foi verificado o consumo de cada um dos cubos de madeira experimentados por meio da variação de porcentagem da massa seca. Além disso, também foi realizada uma contagem do número de indivíduos vivos presentes em cada câmara, a fim de se verificar a sobrevivência total e o recrutamento de operários e soldados para cada alimento oferecido. Os dados obtidos foram submetidos às mesmas análises descritas no bioensaio descrito anteriormente, assim como as comparações dos resultados conseguidos para ambas as espécies.

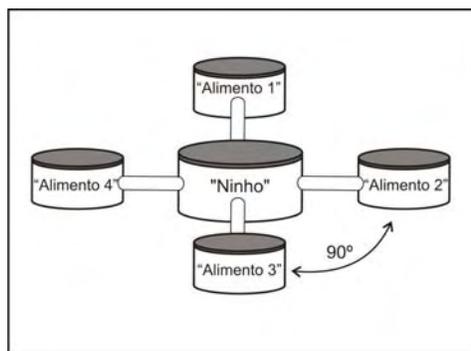


Figura 3 - Esquema das arenas experimentais utilizadas nos bioensaios referentes à exploração de recursos alimentares equivalentes.

3.4 - Tenacidade do Forrageamento

Para verificar a tenacidade do forrageamento de *C. gestroi* e de *H. tenuis* foram executados dois tratamentos. No primeiro foram utilizadas arenas de acordo com o esquema representado na Figura 4-A. Para cada espécie de cupim foram executadas 10 repetições, sendo que o comportamento dos indivíduos foi observado

a cada 24 horas. Após o período total de experimentação (quando os cupins estavam há uma semana consumindo o “Alimento 2”), foi verificado o consumo de cada um dos alimentos oferecidos, além da contagem do número total de indivíduos vivos. Já para o segundo tratamento, foram utilizadas arenas de acordo com o esquema representado na Figura 4-B. Para cada espécie de cupim também foram executadas 10 repetições, sendo que o comportamento dos indivíduos também foi observado a cada 24 horas. Após o período total de experimentação (quando os cupins estavam há uma semana consumindo o “Alimento 3”), foi verificado o consumo de cada um dos alimentos oferecidos, além da contagem do número total de indivíduos vivos. Todas as câmaras experimentais continham uma matriz de areia umedecida. Para cada repetição foram colocados 500 operários e 50 soldados de *C. gestroi* ou 500 operários e 30 soldados de *H. tenuis* na câmara “Ninho”. Em cada uma das câmaras “Alimento” foi colocado um cubo de *P. elliotii* (27cm³) completamente enterrado na matriz de areia umedecida. Os dados obtidos foram submetidos às mesmas análises gráficas (descritivas) e estatísticas inferenciais já descritas anteriormente, assim como as comparações dos resultados conseguidos para ambas as espécies.

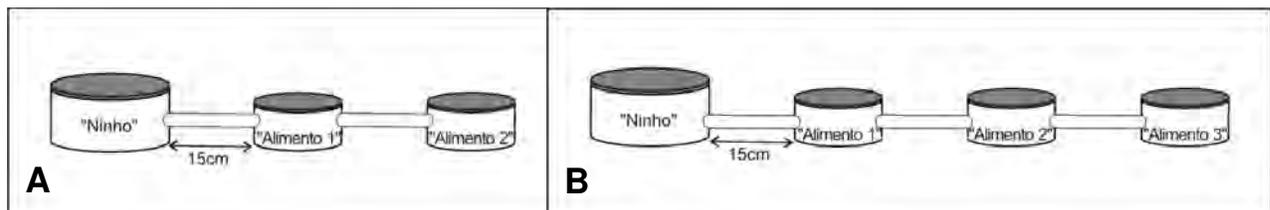


Figura 4 - Esquema das arenas experimentais que serão utilizadas nos bioensaios referentes à tenacidade do forrageamento. **A** = Tratamento 1; **B** = Tratamento 2.

3.5 - Exploração de Recursos Alimentares Previamente Visitados por Outros Cupins

Para analisar a exploração de recursos alimentares previamente visitados por outros cupins foram executados testes de múltipla escolha utilizando-se as mesmas arenas desenvolvidas para os bioensaios de exploração de recursos alimentares equivalentes (Fig. 3), sendo que somente as câmaras “Ninho” continham uma matriz

de areia umedecida com água destilada. Em cada uma das câmaras “Alimento” foi colocado um papel filtro com 5,5 cm de diâmetro previamente exposto, por 24 horas, a um agrupamento diferente de cupins, com exceção daqueles utilizados nos controles (papéis sem exposição prévia). Para tanto, foram utilizadas placas de Petri de 9 cm de diâmetro, cada uma contendo um papel filtro e 100 operários + 10 soldados de *C. gestroi* ou 100 operários + 6 soldados de *H. tenuis*. Isso significa que os alimentos oferecidos aos forrageiros participantes dos experimentos propriamente ditos foram previamente atacados por cupins da mesma colônia utilizada nos bioensaios, de uma colônia diferente, de outra espécie e o controle, sem a exposição prévia a nenhum cupim, sendo que a posição de cada um foi randomizada por sorteio.

Em cada câmara “Ninho” foram colocados 500 operários e 50 soldados de *C. gestroi* ou 500 operários e 30 soldados de *H. tenuis*. Foram executadas 10 repetições para cada espécie e o tempo total de experimentação de cada bioensaio foi de 10 dias, sendo que o comportamento dos indivíduos foi observado a cada 24 horas. Transcorrido esse tempo, foi verificado o consumo de cada um dos alimentos oferecidos (por estimativa visual e por diferença de massa seca), além da contagem do número total de indivíduos vivos. Os dados obtidos foram submetidos às mesmas análises estatísticas já descritas anteriormente.

3.6 - Comportamento de Tunelamento Frente à Presença de Pistas Físicas, Químicas e Biológicas no Solo (Solos Heterogêneos)

O comportamento de tunelamento de *C. gestroi* e *H. tenuis* foi observado frente à existência de uma pista física (linha-guia) presente no substrato, a qual foi representada por um arame retorcido. Além disso, forrageiros da espécie *C. gestroi* também foram submetidos a outras duas situações experimentais (outros tipos de solos heterogêneos): túnel pré-existente vazio e túnel pré-existente contendo três soldados de *H. tenuis* recém-mortos por congelamento, durante 30 minutos. Para todos os bioensaios foram utilizadas arenas bidimensionais (Figuras 5-A, 5-B e 5-C) compostas por duas placas de vidro (35cm x 35cm x 0,4cm) separadas por uma moldura de vidro (30cm x 1cm x 0,2cm). As arenas foram colocadas

horizontalmente, de acordo com a metodologia descrita por Hedlund & Henderson (1999) e Arab & Costa-Leonardo (2005). No centro da placa superior foi aberto um orifício (0,6 cm de diâmetro), ao qual conectou-se, por meio de um tubinho plástico (0,4cm de comprimento), uma placa de Petri de 8,5cm de diâmetro (câmara “Ninho”). Nessa câmara foram colocados 500 operários e 50 soldados de *C. gestroi* ou 500 operários e 30 soldados de *H. tenuis*. A placa inferior foi completamente preenchida com uma matriz de areia esterilizada umedecida com água destilada (umidade da matriz igual a 15%), na qual foi simulada uma anomalia.

Para os experimentos referentes à presença de uma linha-guia, colocou-se um arame retorcido (comprimento igual a 72 cm) que partiu do local de entrada dos cupins e estava direcionado até a fonte alimentar (papel filtro com 5,5cm de diâmetro), de maneira que o caminho a ser seguido não ficasse uniforme (Figura 6). Após essa preparação, as duas placas de vidro foram fechadas com cliques, e todos os experimentos foram conduzidos na ausência de luz e sob temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ em câmara incubadora para B.O.D. O mesmo procedimento foi utilizado para os controles, porém sem a presença de qualquer anomalia, ou seja, utilizando-se um substrato homogêneo. Foram realizados 10 controles (Figura 7-A) e 10 repetições-tratamento (Figura 7-B).

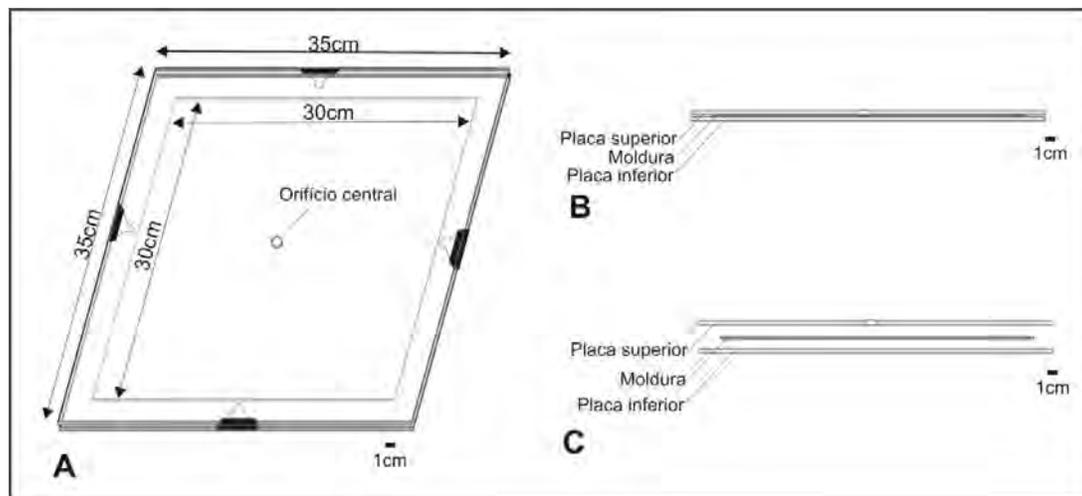


Figura 5 - Esquema da arena bidimensional que foi utilizada nos bioensaios referentes ao comportamento de tunelamento em solos heterogêneos. **A** = Vista em perspectiva da arena montada; **B** = Vista lateral da arena montada; **C** = Vista lateral com as placas separadas.

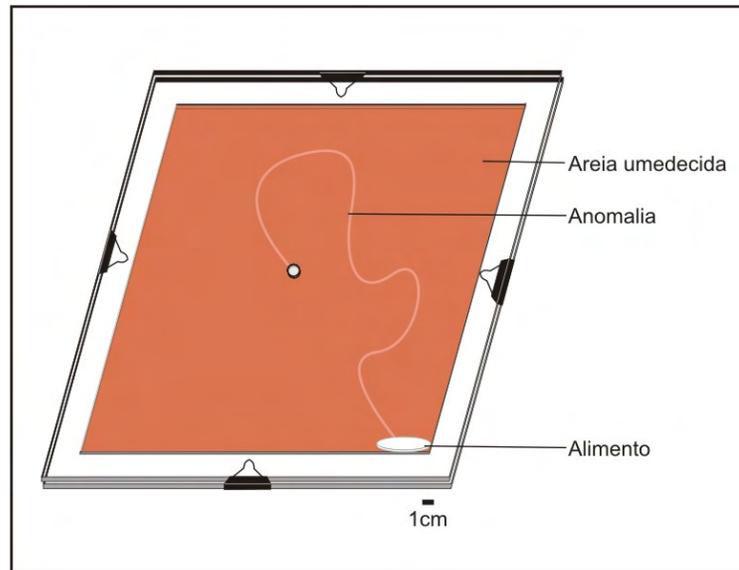


Figura 6 - Esquema da arena bidimensional que foi utilizada nos bioensaios referentes ao comportamento de tunelamento em solos heterogêneos (arame retorcido, túnel pré-existente com ou sem cupins recém-mortos).

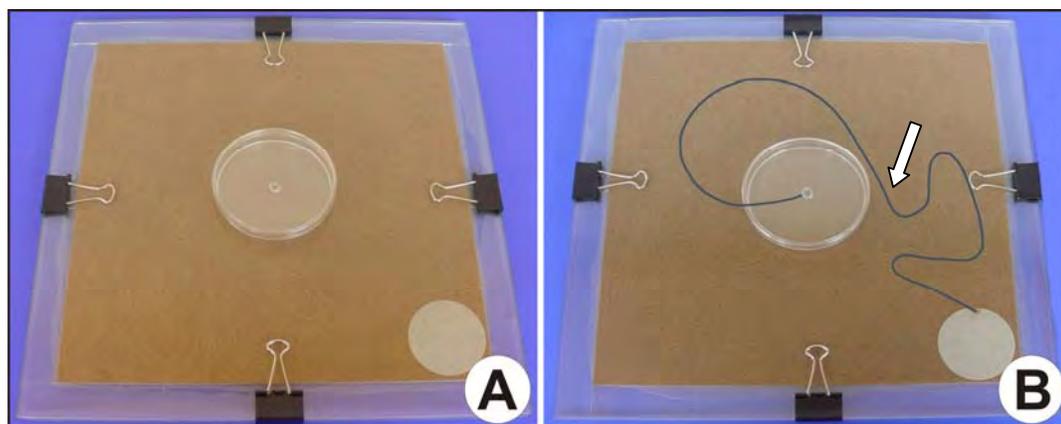


Figura 7 - Arenas utilizadas nos bioensaios referentes ao comportamento de tunelamento frente à presença de uma pista física no substrato (linha-guia). **A** = Controle - sem a pista física; **B** = Tratamento - com a pista física (**seta** = arame).

O comportamento de tunelamento foi verificado após as 24 horas de experimentação, quando as arenas foram fotografadas por uma câmara digital. Tais imagens foram então analisadas no software Corel Draw[®]. Cada túnel presente nas áreas de tunelamento foi classificado como primário, secundário, terciário ou quaternário (HEDLUND & HENDERSON, 1999). As variáveis computadas foram:

número e comprimento total de cada tipo de túnel, comprimento total da rede de túneis (distância total explorada) e porcentagem de ocorrência de cada tipo de túnel (EVANS, 2003; ARAB & COSTA-LEONARDO, 2005). As medidas de comprimento foram feitas com o auxílio do software Motic Image Plus 2.0 ML[®]. As diferenças entre as médias das variáveis são submetidas ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls, quando necessário, para determinar as diferenças entre os grupos (controle e tratamento), considerando o efeito da presença da anomalia comparada aos controles (pacote estatístico BioEstat 5.0, AYRES *et al.*, 2007). Para todas as análises estatísticas adotou-se um nível de significância (α) igual a 0,05.

As mesmas arenas bidimensionais (Fig. 6) foram utilizadas para a realização dos experimentos referentes à presença de um túnel pré-existente vazio ou contendo três soldados de *H. tenuis* recém-mortos por congelamento e os procedimentos experimentais executados foram bastante semelhantes aos já descritos acima. Porém, após a colocação do arame retorcido na matriz de areia umedecida, esse metal foi removido formando um túnel escavado e só então as duas placas de vidro foram fechadas com cliques (túnel pré-existente vazio). Na outra situação experimental (túnel com soldados), antes do fechamento das placas, foram colocados os soldados em pontos distintos do túnel escavado. Na câmara “Ninho” foram colocados 500 operários e 50 soldados de *C. gestroi* e os resultados obtidos foram submetidos às mesmas análises descritas anteriormente.

3.7 - Comportamento de Tunelamento em Substratos com Umidades Heterogêneas Separadas por Barreira Física

Para esses experimentos foram utilizadas as mesmas arenas bidimensionais descritas anteriormente, porém, na placa inferior, ao invés da colocação de uma matriz de areia homogênea, foram colocados substratos com pouca (7,5%) e com muita umidade (15%), separados, na porção mediana da placa, por uma barreira de pedras, com espessura igual a 4,5cm (Figura 8). O alimento foi colocado na parte preenchida com areia mais úmida e os cupins (500 operários + 50 soldados de *C. gestroi*) foram liberados na porção com menos umidade. O mesmo aparato

experimental foi utilizado para os controles, sendo que o substrato de tunelamento era homogêneo, sem a presença da barreira (somente areia com alta ou com baixa umidade). Foram executadas 10 repetições-tratamento e 10 controles para cada umidade, e o comportamento de tunelamento foi verificado após as 24 horas de experimentação, quando as arenas foram então fotografadas por uma câmara digital. Os resultados obtidos foram submetidos às mesmas análises já descritas anteriormente.

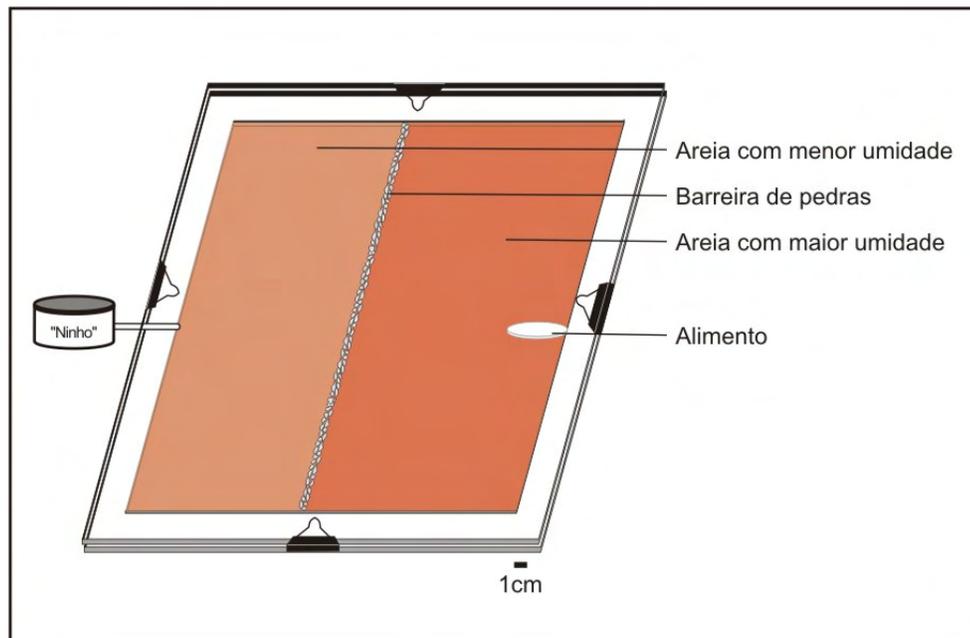


Figura 8 - Esquema da arena bidimensional que será utilizada nos bioensaios referentes ao comportamento de tunelamento frente a solos com diferentes umidades separados por uma barreira de pedras.



Resultados

4 – RESULTADOS

4.1 - Exploração de Recursos Alimentares com Diferentes Formas de Apresentação

4.1.1 - *Coptotermes gestroi*

Os resultados correspondentes à sobrevivência dos indivíduos em cada repetição estão descritos na Tabela I. Pelos dados apresentados pode-se perceber que a média da sobrevivência total foi alta (78,45%), sendo que a sobrevivência média de operários foi 76,82%, e a de soldados, 94,80%. Esses resultados possibilitaram uma análise do recrutamento dos indivíduos para cada um dos alimentos oferecidos, a qual será apresentada mais adiante.

Pela observação da Figura 9, a qual compara a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o período de experimentação, pode-se verificar que o **alimento totalmente enterrado** foi o mais consumido (3,19%), seguido pelo **alimento na superfície** (2,93%). Já o **alimento parcialmente enterrado** apresentou o menor consumo (2,88%).

Embora o **alimento totalmente enterrado** tenha apresentado maior porcentagem de biomassa consumida, de acordo com a análise estatística desenvolvida (teste de Kruskal-Wallis), a quantidade de madeira consumida não foi estatisticamente diferente para as três formas de apresentação experimentadas ($H = 0,5059$; $p = 0,7765$).

Tabela I - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *C. gestroi* em cada repetição após o período experimental referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação (28 dias). **EP** = erro padrão.

Repetição	Número de Operários Vivos	Número de Soldados Vivos	Sobrevivência Total (operários + soldados)	Porcentagem de Sobrevivência Total
1	365	49	414	75,27%
2	356	47	403	73,27%
3	337	44	381	69,27%
4	360	49	409	74,36%
5	315	47	362	65,82%
6	419	47	466	84,73%
7	441	48	489	88,91%
8	451	48	499	90,73%
9	392	48	440	80,00%
10	405	47	452	82,18%
MÉDIA ± EP	384,1 ± 14,20	47,4 ± 0,45	431,5 ± 14,36	78,45% ± 2,61

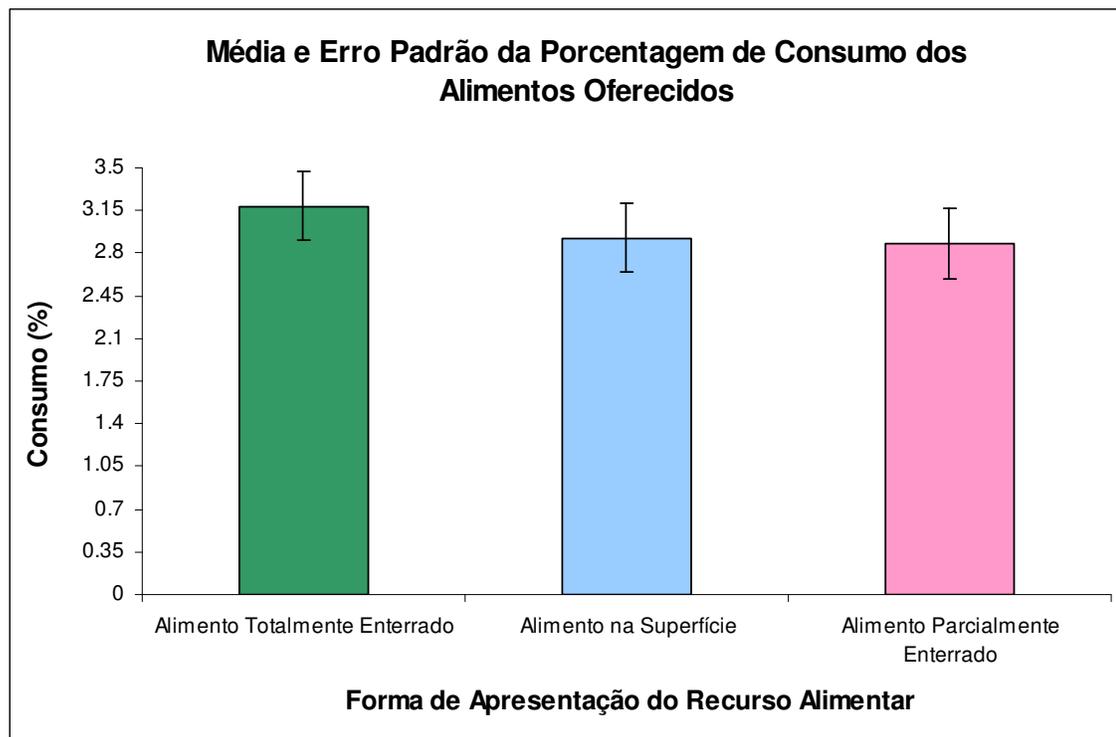


Figura 9 - Média e erro padrão da porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação para a espécie *C. gestroi*.

Com relação ao número de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, os resultados obtidos (Figura 10) mostraram que a câmara contendo **alimento totalmente enterrado** apresentou a maior média de recrutamento (47,87%), com 49,33% do total de operários vivos e 35,67% dos soldados, seguido pela câmara com **alimento parcialmente enterrado** (27,85%), com 27,76% dos operários e 27,94% do total de soldados. Já naquela que continha **alimento na superfície** obteve-se a menor média de recrutamento (18,54%), com 18,61% do total de operários sobreviventes e 18,94% dos soldados.

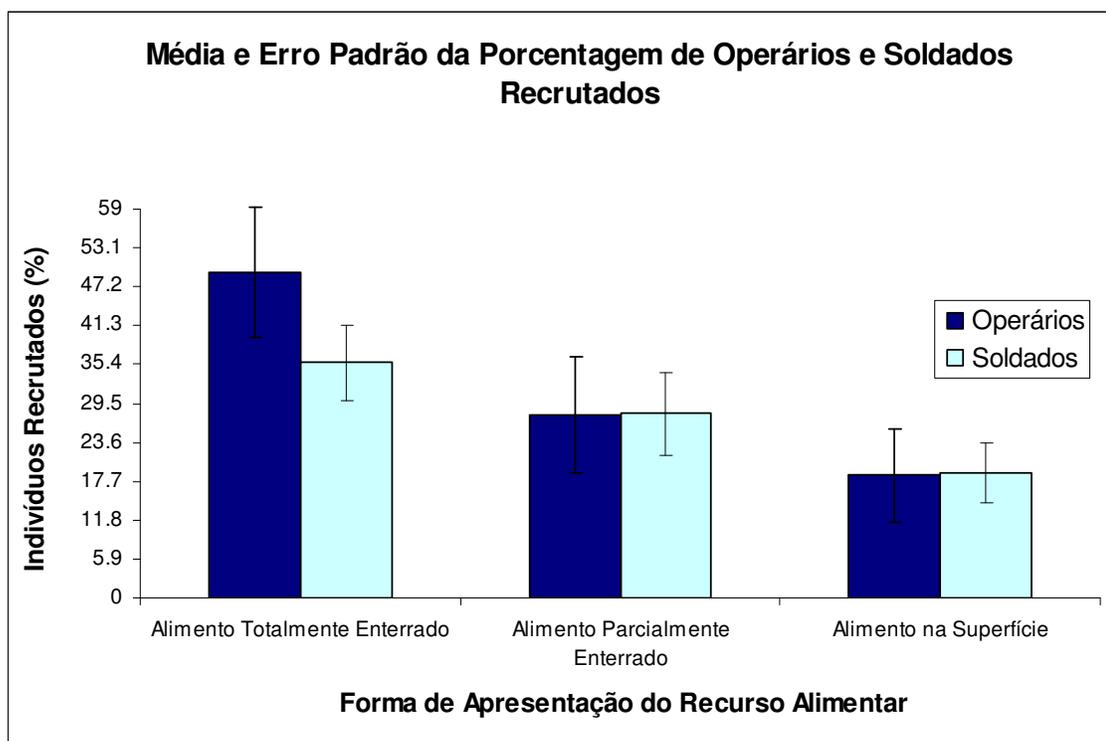


Figura 10 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *C. gestroi*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação.

Por meio dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls (Tabela II), pode-se constatar que a porcentagem de operários presentes na câmara que continha **alimento totalmente enterrado** foi estatisticamente diferente apenas daquela obtida para o **alimento na superfície** ($p = 0,0099$). Já quando comparou-se

o recrutamento de soldados, não foi observada nenhuma diferença significativa entre as três formas de apresentação experimentadas ($H = 4,2925$; $p = 0,1169$).

Tabela II - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação do recrutamento (porcentagem de operários de *C. gestroi* encontrados) obtido para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação. R_1 , R_2 e R_3 = postos médios obtidos para cada forma de apresentação; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa.

Formas de Apresentação do Recurso Alimentar			
	Totalmente Enterrado $R_1 = 21,00$	Parcialmente Enterrado $R_2 = 14,65$	Superfície $R_3 = 10,85$
Totalmente Enterrado	-	-	-
Parcialmente Enterrado	$p = 0,1068$	-	-
Superfície	$p = 0,0099$	$p = 0,3344$	-

As Tabelas III e IV contêm os resultados referentes ao teste de correlação de Spearman entre as porcentagens de consumo e de indivíduos recrutados (operários e soldados, respectivamente) para cada forma de apresentação do recurso alimentar. Quando o consumo foi comparado ao recrutamento de operários (Tabela III), pode-se observar que apenas o **alimento na superfície** apresentou correlação positiva ($r_s = 0,6485$; $p = 0,0425$), ou seja, a baixa taxa de consumo do alimento para esse tipo de apresentação está correlacionada ao baixo número de operários recrutados.

Tabela III - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. r_s = coeficientes de Spearman; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de correlação significativa.

Forma de Apresentação	r_s	p
Alimento Totalmente Enterrado	0,2857	$p = 0,4235$ (não há correlação)
Alimento Parcialmente Enterrado	0,4667	$p = 0,1739$ (não há correlação)
Alimento na Superfície	0,6485	$p = 0,0425$ (correlação positiva)

Já ao que se refere à comparação do consumo obtido com o recrutamento de soldados (Tabela IV), tanto o **alimento parcialmente enterrado** como o **alimento na superfície** apresentaram tal correlação ($r_s = 0,6485$; $p = 0,0425$ e $r_s = 0,6930$; $p = 0,0262$, respectivamente).

Tabela IV - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de correlações significativas.

Forma de Apresentação	rs	p
Alimento Totalmente Enterrado	0,4681	$p = 0,1724$ (não há correlação)
Alimento Parcialmente Enterrado	0,6485	$p = 0,0425$ (correlação positiva)
Alimento na Superfície	0,6930	$p = 0,0262$ (correlação positiva)

4.1.2 - *Heterotermes tenuis*

Os resultados correspondentes à sobrevivência dos indivíduos em cada repetição estão descritos na Tabela V. Pelos dados apresentados pode-se observar que a média da sobrevivência total foi alta (82,26%), sendo que a sobrevivência média de operários foi 82,06%, e a de soldados, 88,23%. Esses resultados possibilitaram uma análise do recrutamento dos indivíduos para cada um dos alimentos oferecidos, a qual será a seguir.

Tabela V - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *H. tenuis* em cada repetição após o período experimental referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação (28 dias). **EP** = erro padrão.

Repetição	Número de Operários Vivos	Número de Soldados Vivos	Sobrevivência Total (operários + soldados)	Porcentagem de Sobrevivência Total
1	437	16	453	87,62%
2	370	13	383	74,08%
3	448	17	465	89,94%
4	421	14	435	84,14%
5	418	13	431	83,37%
6	387	16	403	77,95%
7	448	16	464	89,75%
8	426	14	440	85,11%
9	372	15	387	74,85%
10	376	16	392	75,82%
MÉDIA ± EP	410,3 ± 9,88	15,0 ± 0,45	425,3 ± 10,02	82,26% ± 1,94

Pelos resultados referentes à porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o período de experimentação (Figura 11), pode-se verificar que o **alimento totalmente enterrado** foi o mais consumido (3,05%), seguido pelo **alimento na superfície** (2,20%). Já o **alimento parcialmente enterrado** apresentou o menor consumo (1,67%).

Embora o **alimento totalmente enterrado** tenha apresentado maior porcentagem de biomassa consumida, de acordo com a análise estatística desenvolvida (teste de Kruskal-Wallis), a quantidade de madeira consumida não foi estatisticamente diferente para as três formas de apresentação experimentadas ($H = 5,3438$; $p = 0,0691$).

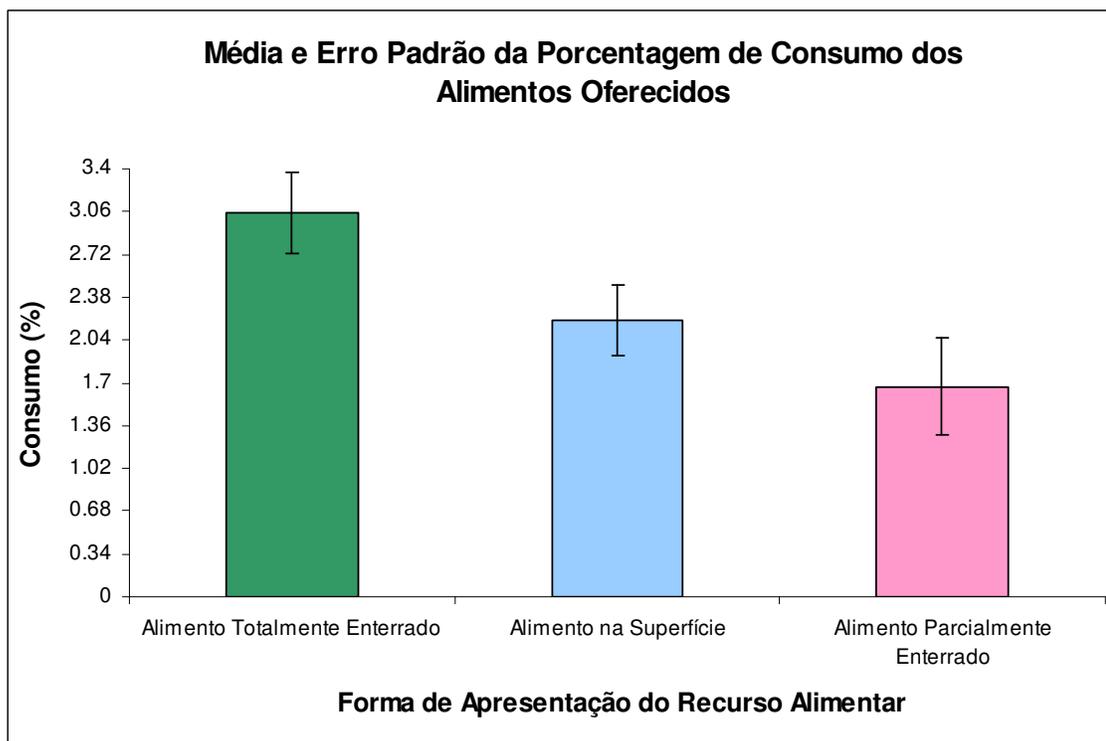


Figura 11 - Média e erro padrão da porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação para a espécie *H. tenuis*.

Com relação ao número de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, os resultados obtidos (Figura 12) mostraram que a câmara contendo o **alimento totalmente enterrado** apresentou a maior média de recrutamento (41,19%), com 41,46% do total de

operários vivos e 34,05% dos soldados, seguido pela câmara com o **alimento na superfície** (21,35%), com 21,37% dos operários e 19,89% do total de soldados. Já naquela que continha o **alimento parcialmente enterrado** obteve-se a menor média de recrutamento (11,68%), com 11,82% do total de operários sobreviventes e 8,34% dos soldados.

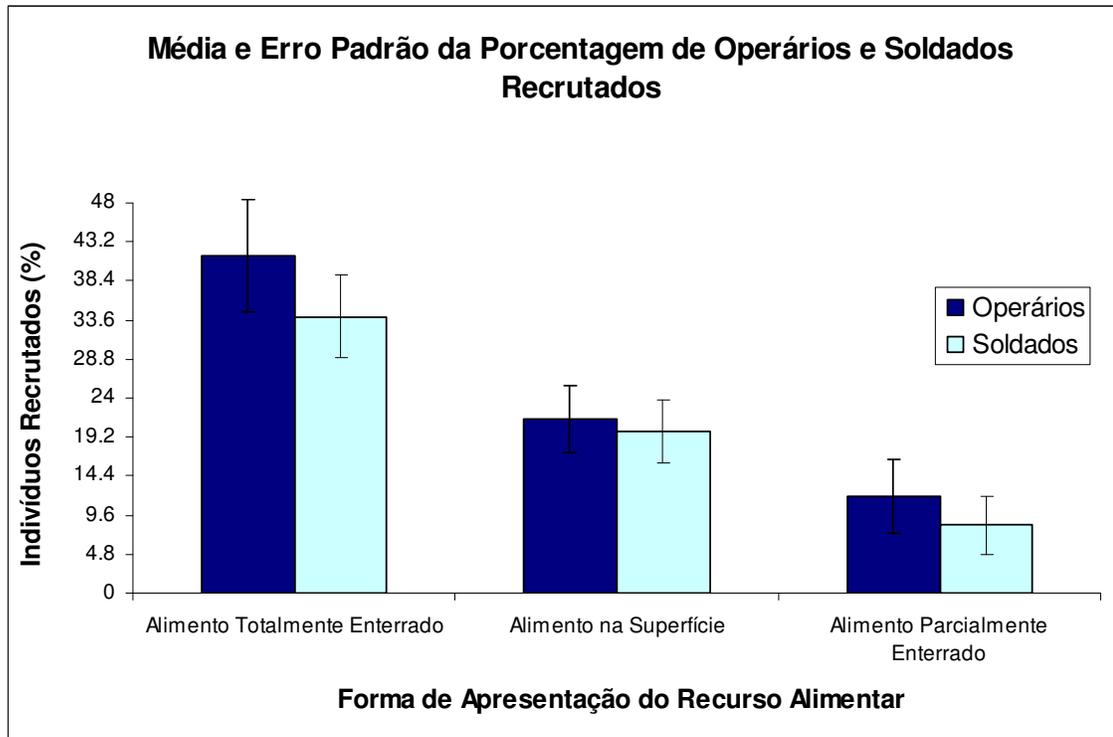


Figura 12 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *H. tenuis*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação.

Após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls (Tabela VI), pode-se constatar que a porcentagem de operários presentes na câmara que continha o **alimento totalmente enterrado** foi estatisticamente superior àquela obtida para o **alimento parcialmente enterrado** ($p = 0,0018$). Fato semelhante ocorreu para o recrutamento de soldados (Tabela VII), pois a câmara que continha o **alimento totalmente enterrado** mostrou maior porcentagem de indivíduos presentes do que aquela obtida pela câmara com **alimento parcialmente enterrado** ($p = 0,0005$).

Tabela VI - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação do recrutamento (porcentagem de operários de *H. tenuis* encontrados) obtido para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação. R_1 , R_2 e R_3 = postos médios obtidos para cada forma de apresentação; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa.

Formas de Apresentação do Recurso Alimentar			
	Totalmente Enterrado $R_1 = 22,10$	Superfície $R_2 = 14,60$	Parcialmente Enterrado $R_3 = 9,80$
Totalmente Enterrado	-	-	-
Superfície	$p = 0,0568$	-	-
Parcialmente Enterrado	$p = 0,0018$	$p = 0,2228$	-

Tabela VII - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação do recrutamento (porcentagem de soldados de *H. tenuis* encontrados) obtido para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação. R_1 , R_2 e R_3 = postos médios obtidos para cada forma de apresentação; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa.

Formas de Apresentação do Recurso Alimentar			
	Totalmente Enterrado $R_1 = 22,15$	Superfície $R_2 = 16,00$	Parcialmente Enterrado $R_3 = 8,35$
Totalmente Enterrado	-	-	-
Superfície	$p = 0,1183$	-	-
Parcialmente Enterrado	$p = 0,0005$	$p = 0,0520$	-

As Tabelas VIII e IX contêm os resultados referentes ao teste de correlação de Spearman entre as porcentagens de consumo das madeiras e dos indivíduos recrutados (operários e soldados, respectivamente) para cada forma de apresentação do recurso alimentar. Quando o consumo foi comparado ao recrutamento de operários (Tabela VIII), observou-se que tanto o **alimento totalmente enterrado** quanto o **alimento parcialmente enterrado** apresentaram tal correlação ($r_s = 0,9030$; $p = 0,0003$ e $r_s = 0,9179$; $p = 0,0002$, respectivamente).

De acordo com a comparação do consumo obtido com o recrutamento de soldados (Tabela IX), verificou-se correlação positiva para as três formas de apresentação do alimento, isto é, **alimento totalmente enterrado** ($r_s = 0,8424$; $p = 0,0022$), **alimento parcialmente enterrado** ($r_s = 0,8799$; $p = 0,0008$) e **alimento na superfície** ($r_s = 0,6606$; $p = 0,0375$).

Tabela VIII - Análise de correlação de Spearman entre a percentagem de consumo de cada bloco de madeira e a percentagem de operários de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de correlações significativas.

Formas de Apresentação	rs	p
Alimento Totalmente Enterrado	0,9030	<i>p = 0,0003 (correlação positiva)</i>
Alimento Parcialmente Enterrado	0,9179	<i>p = 0,0002 (correlação positiva)</i>
Alimento na Superfície	0,4424	<i>p = 0,2003 (não há correlação)</i>

Tabela IX - Análise de correlação de Spearman entre a percentagem de consumo de cada bloco de madeira e a percentagem de soldados de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de correlações significativas.

Formas de Apresentação	rs	p
Alimento Totalmente Enterrado	0,8424	<i>p = 0,0022 (correlação positiva)</i>
Alimento Parcialmente Enterrado	0,8799	<i>p = 0,0008 (correlação positiva)</i>
Alimento na Superfície	0,6606	<i>p = 0,0375 (correlação positiva)</i>

4.1.3 - Comparação entre os resultados obtidos para *Coptotermes gestroi* e *Heterotermes tenuis*

Pela comparação dos resultados referentes à percentagem de consumo de cada bloco de madeira para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*, pode-se verificar que os resultados foram bastante semelhantes, pois o **alimento totalmente enterrado** foi o mais consumido, seguido pelo **alimento na superfície**. Já o **alimento parcialmente enterrado** foi a forma de apresentação que mostrou a menor percentagem de biomassa consumida. Porém, após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls (Tabela X), pode-se constatar que as percentagens de consumo nas câmaras que continham **alimento parcialmente enterrado** foram estatisticamente diferentes ($p = 0,0412$) para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*, sendo que a primeira espécie consumiu mais alimento do que a segunda.

Tabela X - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*. R_C = postos médios obtidos para a espécie *C. gestroi*; R_H = postos médios obtidos para a espécie *H. tenuis*; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa.

Formas de Apresentação do Recurso Alimentar			
<i>H. tenuis</i> \ <i>C. gestroi</i>	Totalmente Enterrado	Parcialmente Enterrado ($R_C = 13,20$)	Superfície
Totalmente Enterrado	$p = 0,7335$	-	-
Parcialmente Enterrado ($R_H = 7,80$)	-	$p = 0,0412$	-
Superfície	-	-	$p = 0,1618$

Com relação ao número de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, os resultados obtidos mostraram que a câmara contendo o **alimento totalmente enterrado** apresentou a maior média de recrutamento tanto para *C. gestroi* como para *H. tenuis*. Porém, houve uma inversão no segundo maior recrutamento quando comparadas as duas espécies, pois para *C. gestroi* o número de indivíduos presentes na câmara com o **alimento parcialmente enterrado** foi maior do que daquela contendo o **alimento na superfície**, e para *H. tenuis* a câmara com o **alimento na superfície** recrutou mais indivíduos que aquela contendo o **alimento parcialmente enterrado**.

Por meio do teste de Kruskal-Wallis (Tabela XI), pode-se constatar que a porcentagem de operários presentes nas três câmaras experimentais (**alimento totalmente enterrado**, **parcialmente enterrado** e na **superfície**) não foi estatisticamente diferente para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*, ou seja, o número de operários recrutados para cada alimento foi o mesmo para ambas as espécies. Porém, quando comparou-se o recrutamento de soldados para as três formas de apresentação (Tabela XII), verificou-se que a câmara que continha o **alimento parcialmente enterrado** apresentou uma maior porcentagem de indivíduos da espécie *C. gestroi* em relação aos dados obtidos para a espécie *H. tenuis* ($p = 0,0156$).

Tabela XI - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de operários de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação. p = probabilidades obtidas.

Formas de Apresentação do Recurso Alimentar			
<i>H. tenuis</i> \ <i>C. gestroi</i>	Totalmente Enterrado	Parcialmente Enterrado	Superfície
Totalmente Enterrado	$p = 0,3643$	-	-
Parcialmente Enterrado	-	$p = 0,1509$	-
Superfície	-	-	$p = 0,4727$

Tabela XII - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de soldados de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação. R_C = posto médio obtido para a espécie *C. gestroi*; R_H = posto médio obtido para a espécie *H. tenuis*; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa.

Formas de Apresentação do Recurso Alimentar			
<i>H. tenuis</i> \ <i>C. gestroi</i>	Totalmente Enterrado	Parcialmente Enterrado ($R_C = 13,70$)	Superfície
Totalmente Enterrado	$p = 0,7055$	-	-
Parcialmente Enterrado ($R_H = 7,30$)	-	$p = 0,0156$	-
Superfície	-	-	$p = 0,9397$

4.2 - Exploração de Recursos Alimentares Equivalentes

4.2.1 - *Coptotermes gestroi*

Os resultados correspondentes à sobrevivência dos indivíduos em cada repetição estão descritos na Tabela XIII. Pelos dados apresentados pode-se observar que a média da sobrevivência total foi alta (80,22%), sendo que a sobrevivência média de operários foi 79,02%, e a de soldados, 92,20%. Esses resultados possibilitaram uma análise do recrutamento dos indivíduos para cada um dos alimentos oferecidos, a qual será apresentada mais adiante.

Tabela XIII - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *C. gestroi* em cada repetição após o período experimental referente à exploração de recursos alimentares equivalentes (28 dias). **EP** = erro padrão.

Repetição	Número de Operários Vivos	Número de Soldados Vivos	Sobrevivência Total (operários + soldados)	Porcentagem de Sobrevivência Total
1	467	44	511	92,91%
2	418	45	463	84,18%
3	420	46	466	84,73%
4	405	45	450	81,82%
5	388	41	429	78,00%
6	348	48	396	72,00%
7	369	46	415	75,45%
8	370	49	419	76,18%
9	399	50	449	81,64%
10	367	47	414	75,27%
MÉDIA ± EP	395,1 ± 10,95	46,1 ± 0,82	441,2 ± 10,65	80,22% ± 1,94

Pela observação da Figura 13, a qual compara a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o período de experimentação de acordo com a posição de cada câmara alimentar, pode-se verificar que o **alimento 3** foi o mais consumido (3,77%), seguido pelo **alimento 2** (3,22%) e pelo **alimento 1** (2,62%). Já o **alimento 4** apresentou o menor consumo (2,14%). Apesar do **alimento 3** apresentar a maior porcentagem de biomassa consumida, de acordo com a análise estatística executada (teste de Kruskal-Wallis), a quantidade de madeira consumida não foi estatisticamente diferente para os quatro recursos alimentares oferecidos ($H = 3,9834$; $p = 0,2633$).

A Figura 14 compara a porcentagem de consumo do primeiro recurso alimentar encontrado pelos cupins com aquelas obtidas para as demais fontes alimentares oferecidas. Por meio dela pode-se verificar que o **primeiro alimento encontrado** apresentou maior média de consumo (3,37%) se comparada aos **alimentos encontrados posteriormente** (2,79%). Porém, de acordo com a análise estatística desenvolvida (teste de Kruskal-Wallis), a quantidade de madeira consumida não foi estatisticamente diferente para os quatro recursos alimentares oferecidos ($H = 1,3356$; $p = 0,2478$).

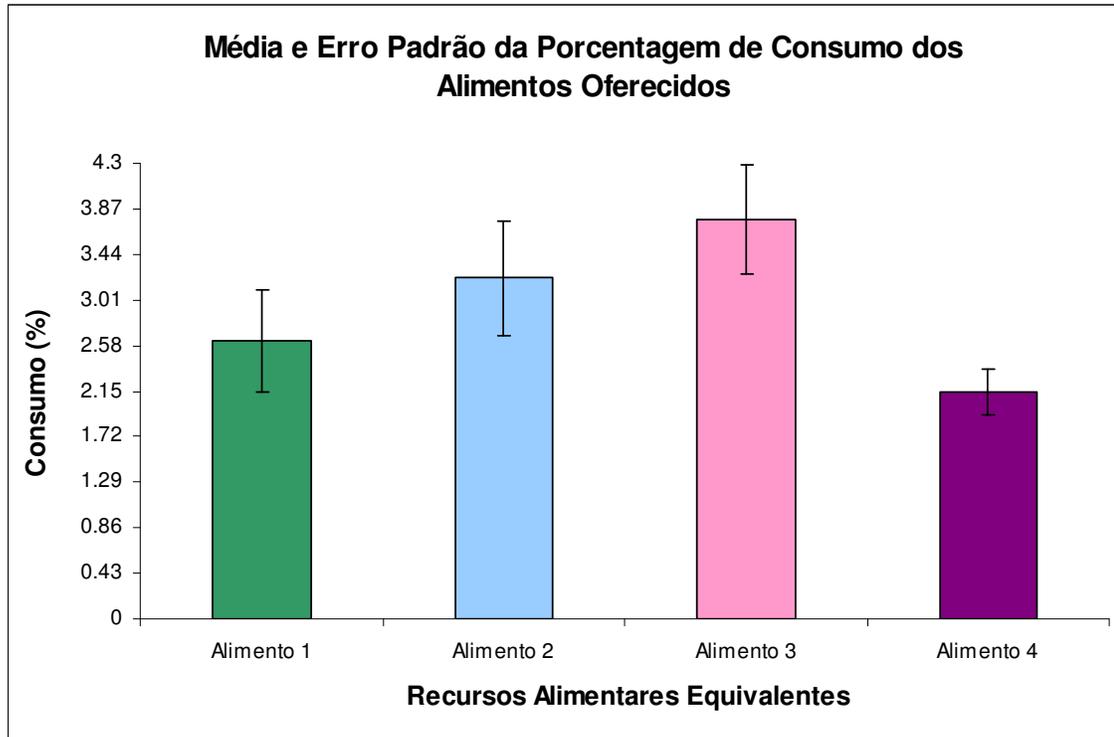


Figura 13 - Média e erro padrão do consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes para a espécie *C. gestroi* (comparação entre as posições de cada câmara alimentar).

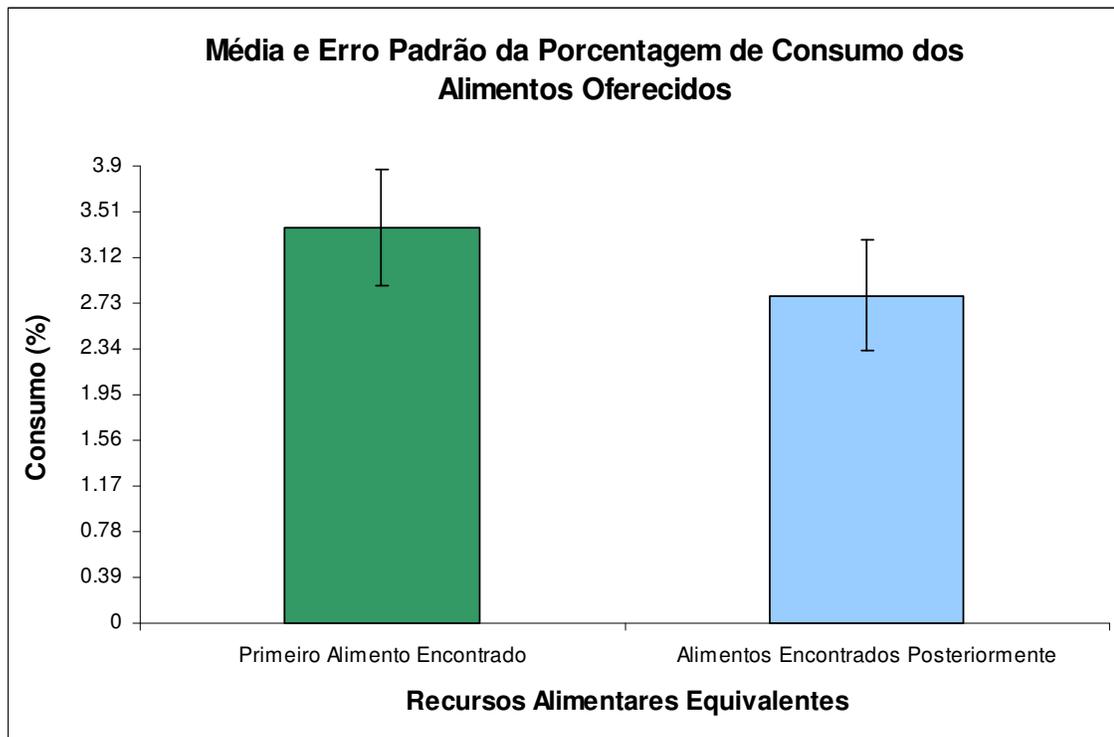


Figura 14 - Média e erro padrão do consumo dos blocos de madeira após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes para a espécie *C. gestroi* (comparação entre o consumo obtido para o primeiro alimento encontrado pelos cupins e para as demais fontes alimentares oferecidas).

Pela observação da Figura 15, a qual compara a porcentagem de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental de acordo com a posição de cada alimento, pode-se verificar que a câmara contendo o **alimento 3** apresentou a maior média de recrutamento (38,90%), com 38,70% do total de operários vivos e 40,53% dos soldados, seguido pela câmara com o **alimento 2** (38,67%), com 38,75% dos operários e 38,50% do total de soldados vivos. Já na câmara com o **alimento 1** o recrutamento total foi de 15,56%, com 15,74% do total de operários sobreviventes e 13,87% dos soldados, seguido, finalmente, pela câmara que continha o **alimento 4**, a qual apresentou a menor média (5,20%), com 5,36% dos operários e 3,66% dos soldados vivos.

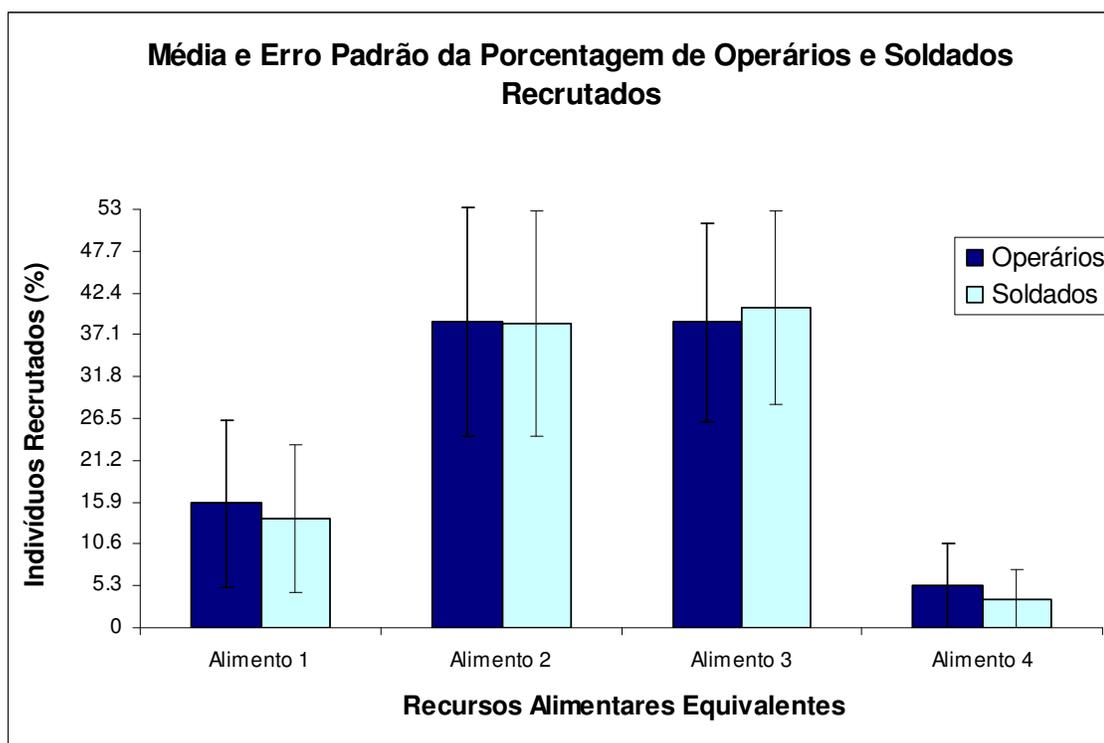


Figura 15 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *C. gestroi*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes (comparação entre as posições de cada câmara alimentar).

Após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls, não foi observada nenhuma diferença estatística entre as porcentagens de operários presentes nas quatro câmaras alimentares ($H = 6,9764$; $p = 0,0727$). Porém, quando comparou-se o recrutamento de soldados para cada uma das posições (Tabela XIV),

pode-se verificar que câmara que continha o **alimento 3** apresentou uma maior percentagem de indivíduos presentes se comparada àquelas obtidas pelas câmaras com os **alimentos 1 e 4** ($p = 0,0389$ e $p = 0,0095$, respectivamente).

Tabela XIV - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação do recrutamento (percentagem de soldados de *C. gestroi* encontrados) obtido para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares equivalentes (comparação entre as posições de cada câmara alimentar). **R₁**, **R₂**, **R₃** e **R₄** = postos médios obtidos para cada posição; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas.

Câmaras Alimentares com Recursos Equivalentes				
	Alimento 1 R ₁ = 16,80	Alimento 2 R ₂ = 23,55	Alimento 3 R ₃ = 27,60	Alimento 4 R ₄ = 14,05
Alimento 1	-	-	-	-
Alimento 2	$p = 0,1967$	-	-	-
Alimento 3	$p = 0,0389$	$p = 0,4385$	-	-
Alimento 4	$p = 0,5989$	$p = 0,0692$	$p = 0,0095$	-

A Figura 16 compara a percentagem de indivíduos presentes na câmara contendo o primeiro recurso alimentar encontrado pelos cupins com aquelas obtidas para as demais fontes alimentares oferecidas. Pode-se verificar que o **primeiro alimento encontrado** apresentou a maior média de recrutamento (36,65%), com 36,53% do total de operários vivos e 37,97% dos soldados. Já para os **alimentos encontrados posteriormente** a média foi de 20,56%, com 20,67% do total de operários sobreviventes e 19,53% dos soldados. Apesar desses resultados, de acordo com a análise estatística executada (teste de Kruskal-Wallis), a quantidade de operários recrutados para o **primeiro alimento encontrado** não foi diferente daquela encontrada para os **alimentos encontrados posteriormente** ($H = 1,2229$; $p = 0,2542$), assim como a percentagem de soldados presentes nas câmaras alimentares ($H = 1,5616$; $p = 0,2114$).

As Tabelas XV e XVI contêm os resultados referentes ao teste de correlação de Spearman entre as percentagens de consumo das madeiras e dos indivíduos recrutados (operários e soldados, respectivamente) para cada fonte alimentar equivalente. Pelos resultados obtidos pode-se verificar que todas as análises realizadas mostraram correlação positiva, isto é, a maior percentagem de madeira consumida está correlacionada ao maior número de indivíduos presentes na câmara

alimentar correspondente, bem como o menor consumo está correlacionado com o menor número de indivíduos recrutados.

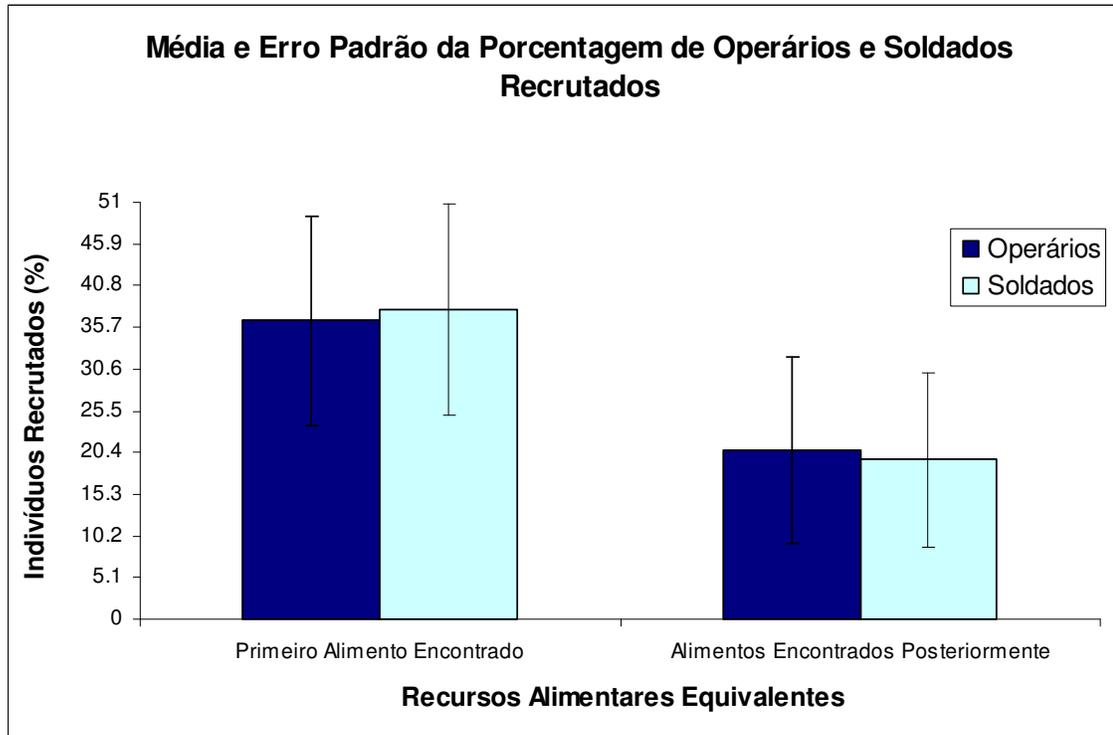


Figura 16 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *C. gestroi*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes (comparação entre o recrutamento obtido para o primeiro alimento encontrado pelos cupins e para as demais fontes alimentares oferecidas).

Tabela XV - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de correlações significativas.

Recursos Alimentares Equivalentes	<i>rs</i>	<i>p</i>
Primeiro Alimento Encontrado	0,8442	<i>p</i> = 0,0021 (correlação positiva)
Alimentos Encontrados Posteriormente	0,7385	<i>p</i> < 0,0001 (correlação positiva)

Tabela XVI - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de correlações significativas.

Recursos Alimentares Equivalentes	<i>rs</i>	<i>p</i>
Primeiro Alimento Encontrado	0,8817	<i>p</i> = 0,0007 (correlação positiva)
Alimentos Encontrados Posteriormente	0,7479	<i>p</i> < 0,0001 (correlação positiva)

4.2.2 - *Heterotermes tenuis*

Os resultados correspondentes à sobrevivência dos indivíduos em cada repetição estão descritos na Tabela XVII. Pelos dados apresentados pode-se observar que a média da sobrevivência total foi alta (72,15%), sendo que a sobrevivência média de operários foi 71,34%, e a de soldados, 85,67%. Esses resultados possibilitaram uma análise do recrutamento dos indivíduos para cada um dos alimentos oferecidos, a qual será apresentada a seguir.

Tabela XVII - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *H. tenuis* em cada repetição após o período experimental referente à exploração de recursos alimentares equivalentes (28 dias). **EP** = erro padrão.

Repetição	Número de Operários Vivos	Número de Soldados Vivos	Sobrevivência Total (operários + soldados)	Porcentagem de Sobrevivência Total
1	426	28	454	85,66%
2	354	23	377	71,13%
3	373	28	401	75,66%
4	425	27	452	85,28%
5	399	29	428	80,75%
6	203	23	226	42,64%
7	387	28	415	78,30%
8	338	26	364	68,68%
9	301	23	324	61,13%
10	361	22	383	72,26%
MÉDIA ± EP	356,7 ± 20,96	25,7 ± 0,84	382,4 ± 21,52	72,15% ± 4,06

Pela observação da Figura 17, a qual compara a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o período de experimentação de acordo com a posição de cada câmara alimentar, pode-se verificar que o **alimento 4** foi o mais consumido (1,70%), seguido pelo **alimento 2** (1,63%) e pelo **alimento 1** (1,37%) Já o **alimento 3** apresentou o menor consumo (1,36%). Apesar do **alimento 4** apresentar a maior porcentagem de biomassa consumida, de acordo com a análise estatística executada (teste de Kruskal-Wallis), a quantidade de madeira consumida não foi estatisticamente diferente para os quatro recursos alimentares oferecidos ($H = 2,9869$; $p = 0,3936$).

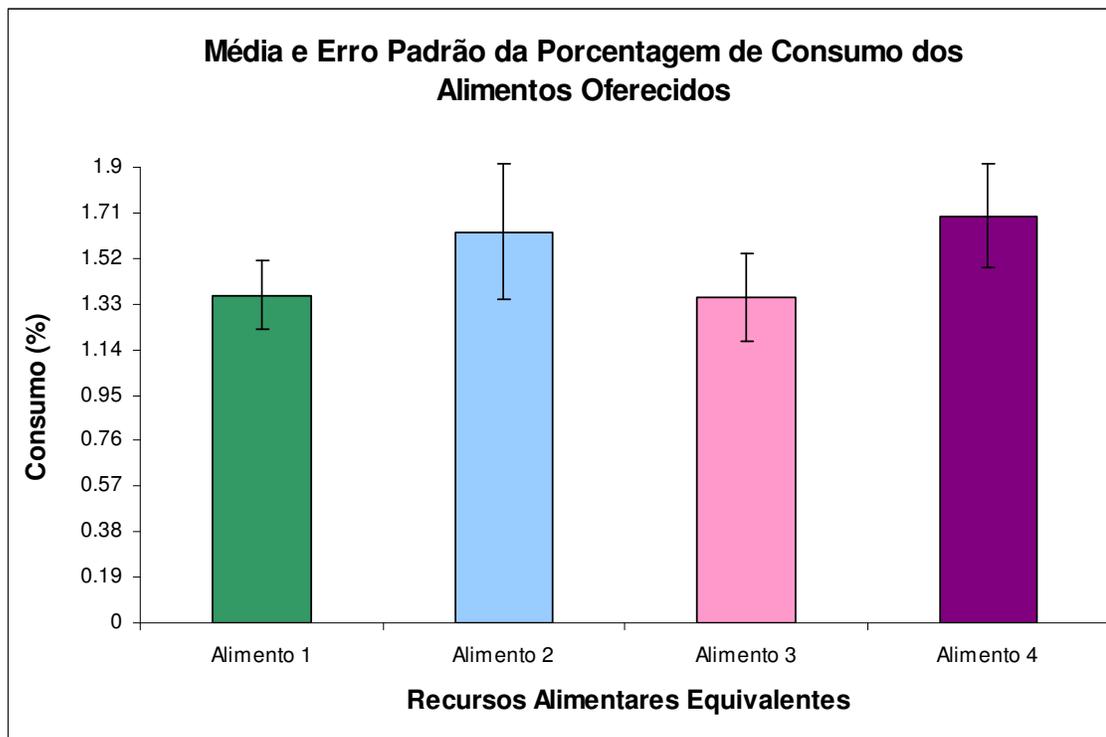


Figura 17 - Média e erro padrão do consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes para a espécie *H. tenuis* (comparação entre as posições de cada câmara alimentar).

A Figura 18 compara a porcentagem de consumo do primeiro recurso alimentar encontrado pelos cupins com aquelas obtidas para as demais fontes alimentares oferecidas. Por meio dela pode-se verificar que os **alimentos encontrados posteriormente** apresentaram maior média de consumo (1,58%) se comparada ao **primeiro alimento encontrado** (1,31%). Apesar desses resultados, de acordo com a análise estatística desenvolvida (teste de Kruskal-Wallis), a quantidade de madeira consumida não foi estatisticamente diferente para os quatro recursos alimentares oferecidos ($H = 1,4843$; $p = 0,2231$).

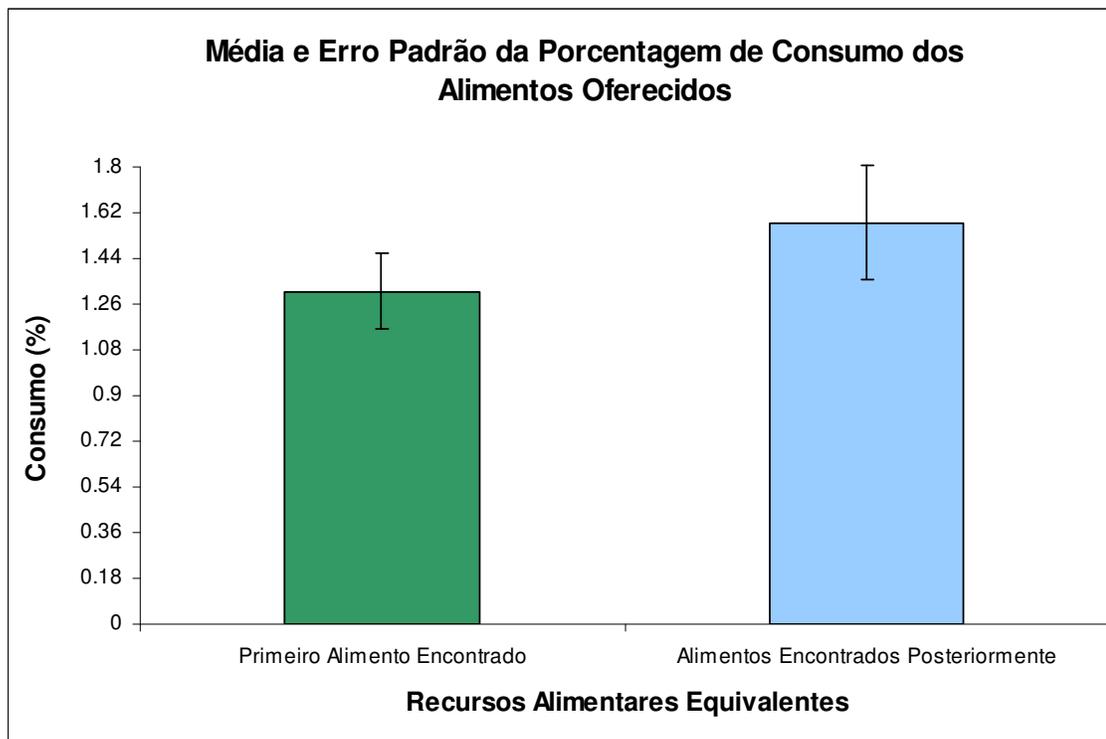


Figura 18 - Média e erro padrão do consumo dos blocos de madeira após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes para a espécie *H. tenuis* (comparação entre o consumo obtido para o primeiro alimento encontrado pelos cupins e para as demais fontes alimentares oferecidas).

Pela observação da Figura 19, a qual compara a porcentagem de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental de acordo com a posição de cada alimento, pode-se verificar que a câmara contendo o **alimento 4** apresentou a maior média de recrutamento (28,49%), com 28,54% do total de operários vivos e 27,82% dos soldados, seguido pela câmara com o **alimento 2** (24,28%), com 24,63% dos operários e 19,70% do total de soldados vivos. Já na câmara com o **alimento 1** o recrutamento total foi de 23,59%, com 23,76% do total de operários sobreviventes e 20,40% dos soldados, seguido, finalmente, pela câmara que continha o **alimento 3**, a qual apresentou a menor média (17,67%), com 17,96% dos operários e 13,72% dos soldados vivos. Após a execução do teste de Kruskal-Wallis, pode-se constatar que as porcentagens de operários presentes em todas as câmaras não foram diferentes entre si ($H = 0,9293$; $p = 0,8184$). Fato semelhante foi percebido quando comparou-se o recrutamento de soldados para cada uma das posições ($H = 1,4858$; $p = 0,6856$).

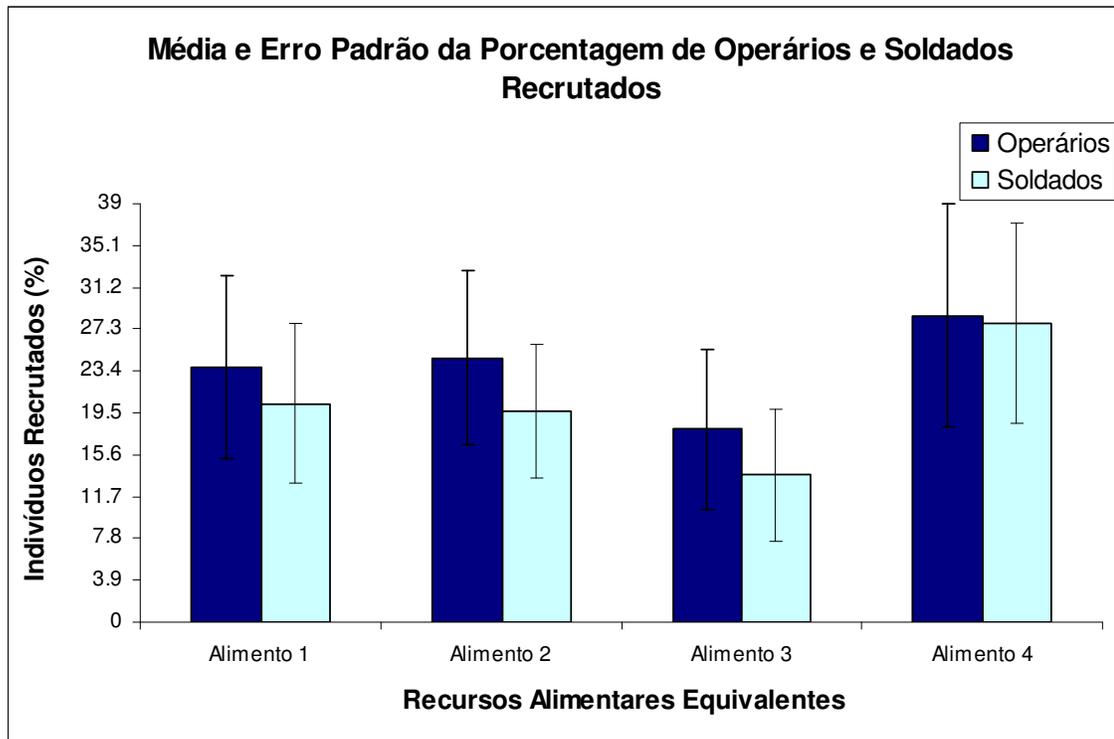


Figura 19 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *H. tenuis*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes (comparação entre as posições de cada câmara alimentar).

Com relação ao número de indivíduos (operários e soldados) presentes na câmara contendo o primeiro recurso alimentar encontrado pelos cupins com aquelas obtidas para as demais fontes alimentares oferecidas (Figura 20), os resultados obtidos mostraram que a câmara contendo os **alimentos encontrados posteriormente** apresentou a maior média de recrutamento (24,00%), com 24,30% do total de operários vivos e 19,70% dos soldados. Já para o **primeiro alimento encontrado** a média foi de 22,03%, com 21,97% do total de operários e 22,54% dos soldados sobreviventes. Apesar desses resultados, de acordo com a análise estatística executada (teste de Kruskal-Wallis), a quantidade de operários recrutados para o **primeiro alimento encontrado** não foi diferente daquela encontrada para os **alimentos encontrados posteriormente** ($H = 0,0478$; $p = 0,8269$), assim como a porcentagem de soldados presentes nas câmaras alimentares ($H = 0,0120$; $p = 0,9129$).

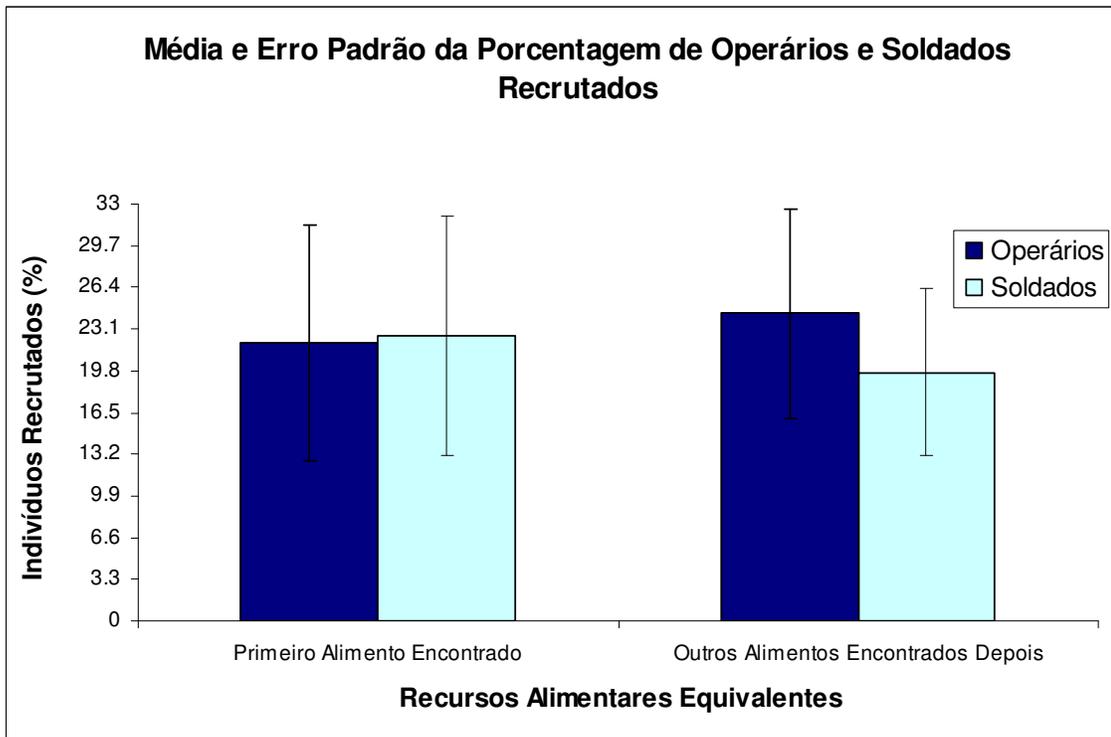


Figura 20 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *H. tenuis*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes (comparação entre o recrutamento obtido para o primeiro alimento encontrado pelos cupins e para as demais fontes alimentares oferecidas).

As Tabelas XVIII e XIX contêm os resultados referentes ao teste de correlação de Spearman entre as porcentagens de consumo das madeiras e dos indivíduos recrutados (operários e soldados, respectivamente) para cada fonte alimentar equivalente. Pelos resultados obtidos pode-se verificar que somente os **alimentos encontrados posteriormente** pelos cupins mostraram correlação positiva em ambos os casos ($r_s = 0,5623$; $p = 0,0012$ e $r_s = 0,4461$; $p = 0,0001$, respectivamente), isto é, a maior porcentagem de madeira consumida está correlacionada ao maior número de operários e de soldados presentes nas câmaras alimentares correspondentes.

Tabela XVIII - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de correlação significativa.

Recursos Alimentares Equivalentes	rs	p
Primeiro Alimento Encontrado	0,4602	p = 0,1808 (não há correlação)
Alimentos Encontrados Posteriormente	0,5623	p = 0,0012 (correlação positiva)

Tabela XIX - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de correlação significativa.

Recursos Alimentares Equivalentes	rs	p
Primeiro Alimento Encontrado	0,4461	p = 0,1962 (não há correlação)
Alimentos Encontrados Posteriormente	0,6418	p = 0,0001 (correlação positiva)

4.2.3 - Comparação entre os resultados obtidos para *Coptotermes gestroi* e *Heterotermes tenuis*

Pela comparação dos resultados referentes à porcentagem de consumo do primeiro recurso alimentar encontrado pelos cupins com aquelas obtidas para as demais fontes alimentares oferecidas para as duas espécies, pode-se verificar que os resultados foram diferentes. Para *C. gestroi* o maior consumo foi obtido para o **primeiro alimento encontrado**, ao contrário de *H. tenuis*, que consumiu mais os **alimentos encontrados posteriormente**. Tais resultados foram confirmados após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls (Tabela XX), pois as porcentagens de consumo em ambas as câmaras foram estatisticamente diferentes para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis* ($p = 0,0041$ e $p = 0,0005$, respectivamente), sendo que a primeira espécie consumiu mais alimento do que a segunda nos dois casos.

Com relação ao número de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, os resultados obtidos mostraram que, para a espécie *C. gestroi*, a câmara com o **primeiro alimento encontrado** apresentou a maior média total de recrutamento. Já para *H. tenuis*, a maior média total foi obtida pelas câmaras contendo os **alimentos encontrados**

posteriormente pelos cupins. Porém, após a execução do teste de Kruskal-Wallis (Tabelas XXI e XXII), pode-se constatar que tanto a porcentagem de operários como a de soldados presentes nas câmaras experimentais não foram estatisticamente diferentes para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*, ou seja, o número de operários e soldados recrutados para cada alimento foi o mesmo para ambas as espécies.

Tabela XX - Teste de de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à exploração de recursos alimentares equivalentes para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*. R_{1C} e R_{2C} = postos médios obtidos para a espécie *C. gestroi*; R_{1H} e R_{2H} = postos médios obtidos para a espécie *H. tenuis*; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas.

Câmaras Alimentares com Recursos Equivalentes		
<i>H. tenuis</i> \ <i>C. gestroi</i>	Primeiro Alimento Encontrado ($R_{1C} = 14,30$)	Alimentos Encontrados Posteriormente ($R_{2C} = 38,38$)
Primeiro Alimento Encontrado ($R_{1H} = 6,70$)	$p = 0,0041$	-
Alimentos Encontrados Posteriormente ($R_{2H} = 22,62$)	-	$p = 0,0005$

Tabela XXI - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de operários de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares equivalentes. p = probabilidades obtidas.

Câmaras Alimentares com Recursos Equivalentes		
<i>H. tenuis</i> \ <i>C. gestroi</i>	Primeiro Alimento Encontrado	Alimentos Encontrados Posteriormente
Primeiro Alimento Encontrado	$p = 0,6501$	-
Alimentos Encontrados Posteriormente	-	$p = 0,1580$

Tabela XXII - Teste Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de soldados de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares equivalentes. p = probabilidades obtidas.

Câmaras Alimentares com Recursos Equivalentes		
<i>H. tenuis</i> \ <i>C. gestroi</i>	Primeiro Alimento Encontrado	Alimentos Encontrados Posteriormente
Primeiro Alimento Encontrado	$p = 0,4497$	-
Alimentos Encontrados Posteriormente	-	$p = 0,1983$

4.3 - Tenacidade do Forrageamento

4.3.1 - Tratamento 1 (2 Fontes Alimentares)

4.3.1.1 - *Coptotermes gestroi*

Os resultados correspondentes à sobrevivência dos indivíduos em cada repetição estão descritos na Tabela XXIII. Pelos dados apresentados pode-se observar que a média da sobrevivência total foi alta (95,53%), sendo que a sobrevivência média de operários foi 95,36%, e a de soldados, 97,20%. Esses resultados possibilitaram uma análise do recrutamento dos indivíduos para cada um dos alimentos oferecidos, a qual será apresentada mais adiante.

Tabela XXIII - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *C. gestroi* em cada repetição após o período experimental referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares (8 dias para as repetições 1 a 9 e 10 dias para a repetição 10). EP = erro padrão.

Repetição	Número de Operários Vivos	Número de Soldados Vivos	Sobrevivência Total (operários + soldados)	Porcentagem de Sobrevivência Total
1	485	50	535	97,27%
2	490	48	538	97,82%
3	459	47	506	92,00%
4	471	50	521	94,73%
5	474	45	519	94,36%
6	470	47	517	94,00%
7	493	49	542	98,54%
8	471	50	521	94,73%
9	481	50	531	96,54%
10	474	50	524	95,27%
MÉDIA ± EP	476,8 ± 3,28	48,6 ± 0,56	525,4 ± 3,47	95,53% ± 0,63

De acordo com as observações comportamentais executadas a cada 24 horas, foi possível constatar que, em todas as repetições desenvolvidas, os cupins chegaram ao **alimento 1** durante o primeiro dia de experimentação. Além disso, em 9 das 10 repetições os indivíduos atingiram o **alimento 2** também durante as primeiras 24 horas. Os indivíduos da repetição restante atingiram a última câmara 72 horas após o início do experimento. Pode-se verificar ainda a movimentação dos

operários e soldados, por meio dos tubos conectores, através das câmaras que compreendiam a arena experimental. Os dados obtidos mostraram que um grande número de indivíduos estava se deslocando da câmara “Ninho” para o “Alimento 1”, e deste para o “Alimento 2”, principalmente durante as primeiras 72 horas. Após esse período verificou-se uma menor quantidade de cupins se movendo nos tubos conectores.

Pela observação dos resultados referentes à porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o período de experimentação (Figura 21), pode-se verificar que o **alimento 1** foi mais consumido (1,15%) que o **alimento 2** (0,67%). Tais resultados foram confirmados após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls, uma vez que a quantidade de madeira consumida para o **alimento 1** foi estatisticamente maior do que obtida para o **alimento 2** ($R_1 = 13,6$; $R_2 = 7,4$; $H = 5,4956$; $p = 0,0191$).

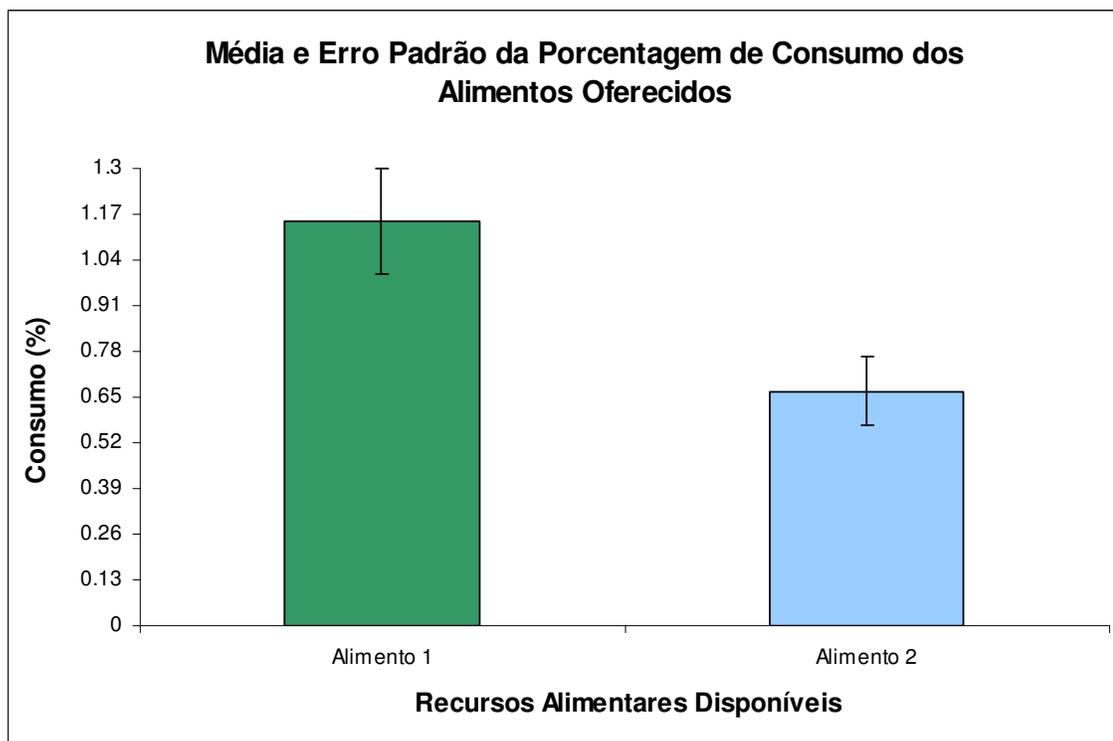


Figura 21 - Média e erro padrão da porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares para a espécie *C. gestroi*.

Com relação ao número de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, os resultados obtidos (Figura 22) mostraram que a câmara contendo o **alimento 1** apresentou a maior média de recrutamento (59,17%), com 59,15% do total de operários vivos e 59,45% dos soldados. Já na câmara com o **alimento 2** a média total de recrutamento foi de 38,33%, com 38,32% do total de operários e 38,32% dos soldados sobreviventes.

Após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls, pode-se constatar que a porcentagem de operários presentes na câmara que continha o **alimento 1** foi estatisticamente diferente daquela obtida para o **alimento 2** ($R_1 = 13,40$; $R_2 = 7,60$; $H = 4,8057$; $p = 0,0284$). Fato semelhante foi percebido quando comparou-se o recrutamento de soldados, pois a câmara que continha o **alimento 1** apresentou maior porcentagem de indivíduos presentes se comparada àquela obtida pela câmara com o **alimento 2** ($R_1 = 13,25$; $R_2 = 7,75$; $H = 4,3247$; $p = 0,0376$).

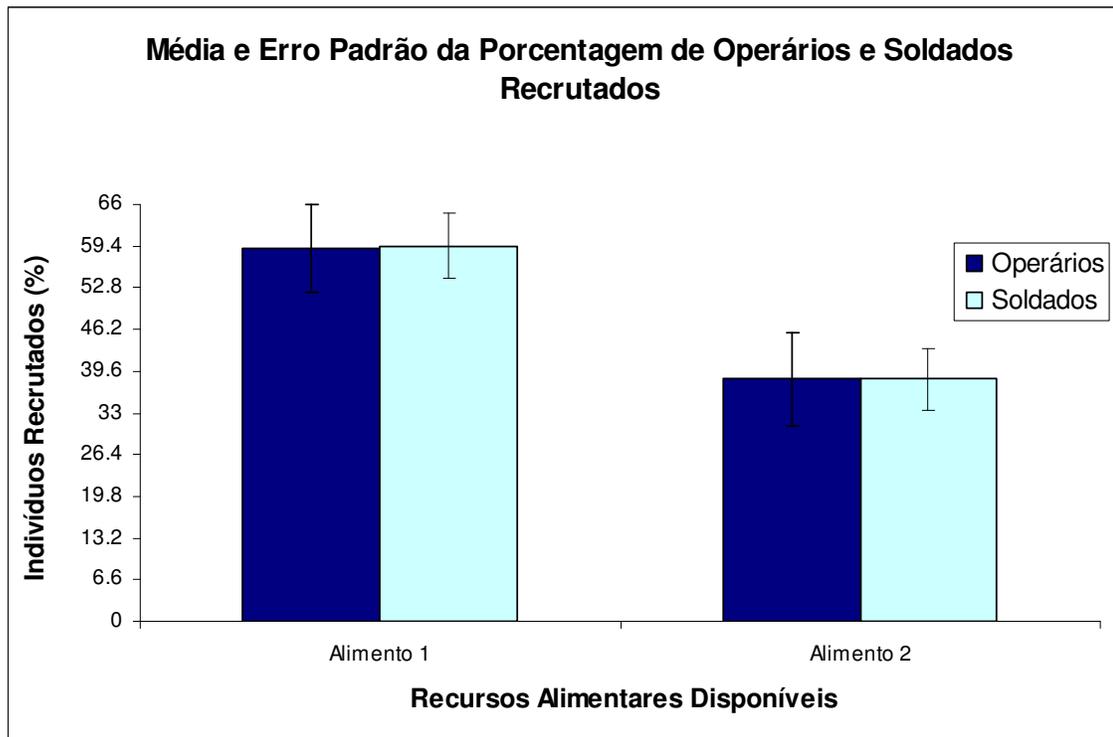


Figura 22 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *C. gestroi*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares.

As Tabelas XXIV e XXV contêm os resultados referentes ao teste de correlação de Spearman entre as porcentagens de consumo das madeiras e dos indivíduos recrutados (operários e soldados, respectivamente) para cada câmara alimentar. Quando o consumo foi comparado ao recrutamento de operários (Tabela XXIV), pode-se observar que tanto o **alimento 1** quanto o **alimento 2** apresentaram tal correlação ($rs = 0,6970$; $p = 0,0250$ e $rs = 0,8389$; $p = 0,00024$, respectivamente). Porém, no que se refere à comparação do consumo obtido com o recrutamento de soldados (Tabela XXV), somente o **alimento 2** apresentou tal correlação ($rs = 0,8450$; $p = 0,0021$).

Tabela XXIV - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de correlações significativas.

Recursos Alimentares Disponíveis	rs	p
Alimento 1	0,6970	$p = 0,0250$ (correlação positiva)
Alimento 2	0,8389	$p = 0,0024$ (correlação positiva)

Tabela XXV - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de correlação significativa.

Recursos Alimentares Disponíveis	rs	p
Alimento 1	0,5273	$p = 0,1172$ (não há correlação)
Alimento 2	0,8450	$p = 0,0021$ (correlação positiva)

4.3.1.2 - *Heterotermes tenuis*

Os resultados correspondentes à sobrevivência dos indivíduos em cada repetição estão descritos na Tabela XXVI. Pelos dados apresentados pode-se observar que a média da sobrevivência total foi alta (77,98%), sendo que a sobrevivência média de operários foi 77,76%, e a de soldados, 82,18%. Esses resultados possibilitaram uma análise do recrutamento dos indivíduos para cada um dos alimentos oferecidos, a qual será apresentada a seguir.

De acordo com as observações comportamentais executadas a cada 24 horas, foi possível constatar que, em todas as repetições desenvolvidas, os cupins chegaram ao **alimento 1** durante o primeiro dia de experimentação. Além disso, em três das dez repetições executadas os indivíduos atingiram o **alimento 2** também durante as primeiras 24 horas. Em outras três repetições o **alimento 2** foi atingido após 48 horas de experimentação. Em duas das dez repetições os cupins demoraram 72 horas para encontrar o segundo alimento oferecido. Finalmente, em uma das repetições os indivíduos atingiram o **alimento 2** após 120 horas e em outra, após 216 horas.

Pode-se verificar ainda a movimentação dos operários e soldados, por meio dos tubos conectores, através das câmaras que compreendiam a arena experimental. Os dados obtidos mostraram que um grande número de indivíduos estava se deslocando da câmara “Ninho” para o “Alimento 1”, e deste para o “Alimento 2”, independentemente do número de horas experimentais transcorridas.

Tabela XXVI - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *H. tenuis* em cada repetição após o período experimental referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares (8 dias para as repetições 1, 2 e 8; 9 dias para as repetições 3, 4 e 9; 10 dias para as repetições 5 e 6; 12 dias para a repetição 7 e 16 dias para a repetição 10). **EP** = erro padrão.

Repetição	Número de Operários Vivos	Número de Soldados Vivos	Sobrevivência Total (operários + soldados)	Porcentagem de Sobrevivência Total
1	321	18	339	63,96%
2	330	22	352	66,41%
3	472	23	495	93,54%
4	490	23	513	96,96%
5	483	24	507	95,82%
6	346	24	370	69,77%
7	415	26	441	83,27%
8	355	29	384	72,24%
9	305	29	334	62,74%
10	371	28	399	75,09%
MÉDIA ± EP	388,8 ± 22,38	24,6 ± 1,10	413,4 ± 22,28	77,98% ± 4,24

Pelos resultados referentes à porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o período de experimentação (Figura 23), pode-se verificar que o **alimento 1** foi mais consumido (1,84%) que o **alimento 2** (1,06%). Esses resultados

foram confirmados pela análise estatística executada (teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls), a qual mostrou que a quantidade de madeira consumida para o **alimento 1** foi superior àquela obtida para o **alimento 2** ($R_1 = 13,90$ e $R_2 = 7,10$; $H = 6,6107$; $p = 0,0102$).

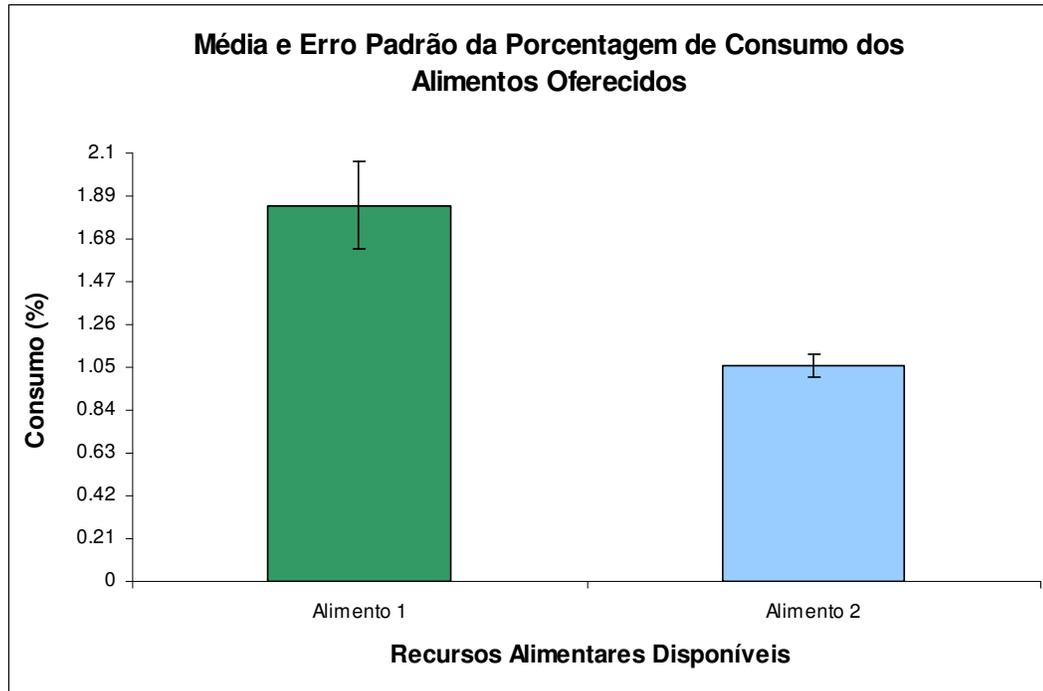


Figura 23 - Média e erro padrão da porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares para a espécie *H. tenuis*.

Com relação ao número de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, os resultados obtidos (Figura 24) mostraram que a câmara contendo o **alimento 1** apresentou a maior média de recrutamento (57,96%), com 58,45% do total de operários vivos e 50,61% dos soldados. Já na câmara com o **alimento 2** a média total de recrutamento foi de 30,11%, com 30,20% do total de operários e 29,40% dos soldados sobreviventes.

Por meio dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls, pode-se constatar que a porcentagem de operários presentes na câmara que continha o **alimento 1** foi superior àquela obtida para o **alimento 2** ($R_1 = 14,20$ e $R_2 = 6,80$; $H = 7,8229$; $p = 0,0052$). Fato semelhante foi percebido quando comparou-se o recrutamento de soldados, pois a câmara que continha o **alimento 1** apresentou

maior porcentagem de indivíduos presentes se comparada àquela obtida pela câmara com o **alimento 2** ($R_1 = 13,30$ e $R_2 = 7,70$; $H = 4,4834$; $p = 0,0343$).

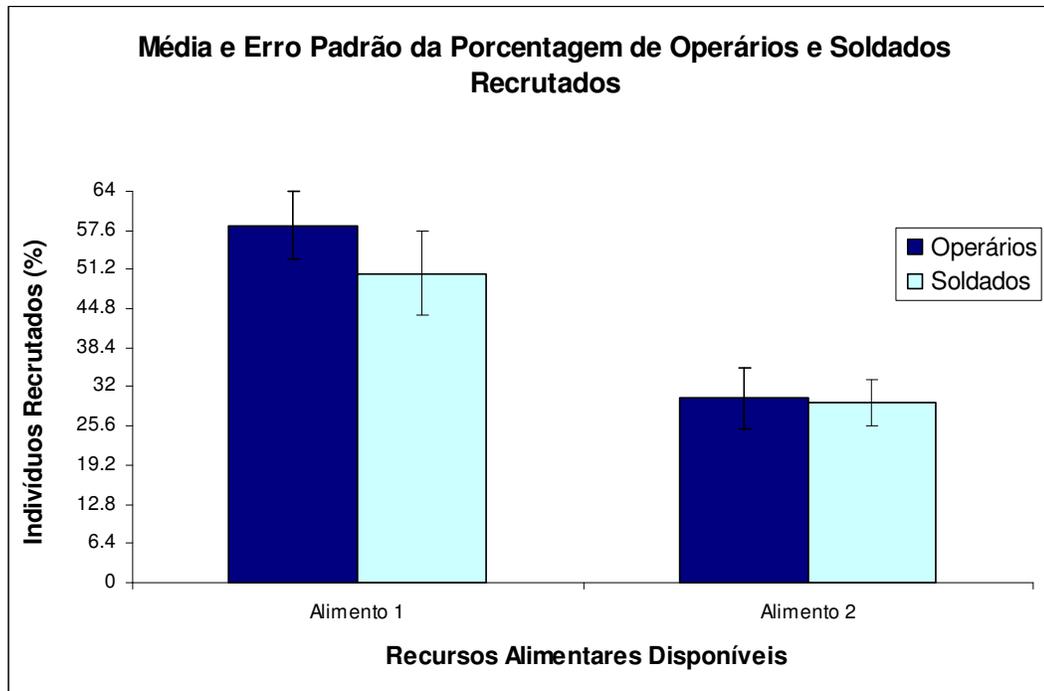


Figura 24 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *H. tenuis*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares.

As Tabelas XXVII e XXVIII contêm os resultados referentes ao teste de correlação de Spearman entre as porcentagens de consumo das madeiras e dos indivíduos recrutados (operários e soldados, respectivamente) para cada câmara alimentar. Quando o consumo foi comparado ao recrutamento de operários (Tabela XXVII), pode-se observar que tanto o **alimento 1** quanto o **alimento 2** não apresentaram tal correlação. Fato semelhante foi observado quando comparou-se o consumo ao recrutamento de soldados para ambos os alimentos (Tabela XXVIII), uma vez que não foi constatada nenhuma correlação.

Tabela XXVII - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas.

Recursos Alimentares Disponíveis	rs	p
Alimento 1	0,2242	p = 0,5334 (não há correlação)
Alimento 2	-0,1337	p = 0,7126 (não há correlação)

Tabela XXVIII - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas.

Recursos Alimentares Disponíveis	rs	p
Alimento 1	0,5957	p = 0,0691 (não há correlação)
Alimento 2	-0,3951	p = 0,2584 (não há correlação)

4.3.1.3 - Comparação entre os resultados obtidos para *Coptotermes gestroi* e *Heterotermes tenuis*

Pela comparação dos resultados referentes à porcentagem de consumo de cada bloco de madeira para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*, pode-se verificar que os resultados foram bastante semelhantes, pois o **alimento 1** foi mais consumido do que o **alimento 2**. Porém, após a execução dos testes estatísticos (Tabela XXIX), pode-se constatar que tanto as porcentagens de consumo do **alimento 1** como as do **alimento 2** foram diferentes entre as espécies ($p = 0,0452$; $p = 0,0041$, respectivamente), sendo que *H. tenuis* consumiu mais alimento do que *C. gestroi* em ambos os casos.

Tabela XXIX - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*. **R_{1C}** e **R_{2C}** = postos médios obtidos para a espécie *C. gestroi*; **R_{1H}** e **R_{2H}** = postos médios obtidos para a espécie *H. tenuis*; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas.

Recursos Alimentares Disponíveis		
<i>C. gestroi</i>	Alimento 1 (R _{1C} = 7,85)	Alimento 2 (R _{2C} = 6,70)
<i>H. tenuis</i>		
Alimento 1 (R _{1H} = 13,15)	$p = 0,0452$	-
Alimento 2 (R _{2H} = 14,30)	-	$p = 0,0041$

Com relação ao número de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, os resultados obtidos mostraram que a câmara contendo o **alimento 1** apresentou a maior média de recrutamento tanto para *C. gestroi* como para *H. tenuis* se comparada à câmara com o **alimento 2**. Pelo do teste de Kruskal-Wallis (Tabelas XXX e XXXI), pode-se constatar que as porcentagens de operários e soldados presentes nas duas câmaras experimentais (**alimentos 1 e 2**) não foram diferentes para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*, ou seja, o número de indivíduos recrutados para cada alimento foi o mesmo para ambas as espécies.

Tabela XXX - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de operários de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares. **p** = probabilidades obtidas.

Câmaras com os Recursos Alimentares		
<i>C. gestroi</i>	Alimento 1	Alimento 2
<i>H. tenuis</i>		
Alimento 1	$p = 0,7624$	-
Alimento 2	-	$p = 0,4497$

Tabela XXXI - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de soldados de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de tenacidade do forrageamento com 2 fontes alimentares. **p** = probabilidades obtidas.

Câmaras com os Recursos Alimentares		
<i>C. gestroi</i>	Alimento 1	Alimento 2
<i>H. tenuis</i>		
Alimento 1	$p = 0,4495$	-
Alimento 2	-	$p = 0,1618$

Finalmente, de acordo com os dados comportamentais, pode-se perceber que *C. gestroi* apresentou-se mais veloz em atingir o último alimento disponível, ao passo que *H. tenuis* demorou mais tempo para atingi-lo (Tabela XXXII). Esses resultados mostram algumas diferenças comportamentais entre as espécies estudadas.

Tabela XXXII - Período transcorrido (horas) até a chegada dos cupins de *C. gestroi* e *H. tenuis* em cada uma das fontes alimentares disponíveis em cada repetição executada (r.).

Espécie Alimentos disponíveis	<i>Coptotermes gestroi</i>				<i>Heterotermes tenuis</i>			
	Tempo gasto até o encontro de cada alimento							
	24h	48h	72h	+ 96h	24h	48h	72h	+ 96h
Alimento 1	10 r.	-	-	-	10 r.	-	-	-
Alimento 2	9 r.	-	1 r.	-	3 r.	3 r.	2 r.	2 r.

4.3.2 - Tratamento 2 (3 Fontes Alimentares)

4.3.2.1 - *Coptotermes gestroi*

Os resultados correspondentes à sobrevivência dos indivíduos em cada repetição estão descritos na Tabela XXXIII. Pelos dados apresentados pode-se observar que a média da sobrevivência total foi alta (95,13%), sendo que a sobrevivência média de operários foi 95,14%, e a de soldados, 95,00%. Esses resultados possibilitaram uma análise do recrutamento dos indivíduos para cada um dos alimentos oferecidos, a qual será apresentada mais adiante.

Tabela XXXIII - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *C. gestroi* em cada repetição após o período experimental referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares (8 dias para as repetições 1, 2, 3, 4, 6, 8 e 10 e 9 dias para as repetições 5, 7 e 9). **EP** = erro padrão.

Repetição	Número de Operários Vivos	Número de Soldados Vivos	Sobrevivência Total (operários + soldados)	Porcentagem de Sobrevivência Total
1	468	46	514	93,45%
2	479	47	526	95,64%
3	486	50	536	97,45%
4	450	46	496	90,18%
5	488	47	535	97,27%
6	470	48	518	94,18%
7	471	45	516	93,82%
8	487	50	537	97,64%
9	469	46	515	93,64%
10	489	50	539	98,00%
MÉDIA ± EP	475,7 ± 3,93	47,5 ± 0,60	523,2 ± 4,37	95,13% ± 0,79

De acordo com as observações comportamentais executadas a cada 24 horas, foi possível constatar que, em todas as repetições desenvolvidas, os cupins chegaram aos **alimentos 1 e 2** durante o primeiro dia de experimentação. Além disso, em 7 das 10 repetições os indivíduos atingiram o **alimento 3** também durante as primeiras 24 horas. Nas outras 3 repetições o último alimento foi alcançado após 48 horas do início do experimento. Pode-se verificar ainda a movimentação dos operários e soldados, por meio dos tubos conectores, através das câmaras que compreendiam a arena experimental. Os dados obtidos mostraram que um grande número de indivíduos estava se deslocando da câmara “Ninho” para o “Alimento 1”, deste para o “Alimento 2”, e do “Alimento 2” para o “Alimento 3”, principalmente durante as primeiras 72-96 horas. Após esse período verificou-se uma menor quantidade de cupins se movendo nos tubos conectores.

Pela observação dos resultados referentes à porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o período de experimentação (Figura 25), pode-se verificar que o **alimento 1** foi mais consumido (1,16%), seguido pelo **alimento 2** (0,77%). O **alimento 3** foi o menos consumido (0,54%).

Por meio dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls, pode-se constatar que a quantidade de madeira consumida para o **alimento 1** foi estatisticamente superior àquela obtida para o **alimento 3** ($R_1 = 20,45$ e $R_3 = 10,70$; $H = 6,1402$; $p = 0,0133$).

Com relação ao número de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, os resultados obtidos (Figura 26) mostraram que a câmara contendo o **alimento 2** apresentou a maior média de recrutamento (35,54%), com 35,65% do total de operários vivos e 34,38% dos soldados. O segundo maior recrutamento foi obtido pela câmara com o **alimento 1** (33,81%), com 33,45% dos operários e 37,44% do total de soldados sobreviventes. Já na câmara com o **alimento 3** a média de indivíduos presentes foi de 28,10%, com 28,30% do total de operários e 26,11% dos soldados vivos.

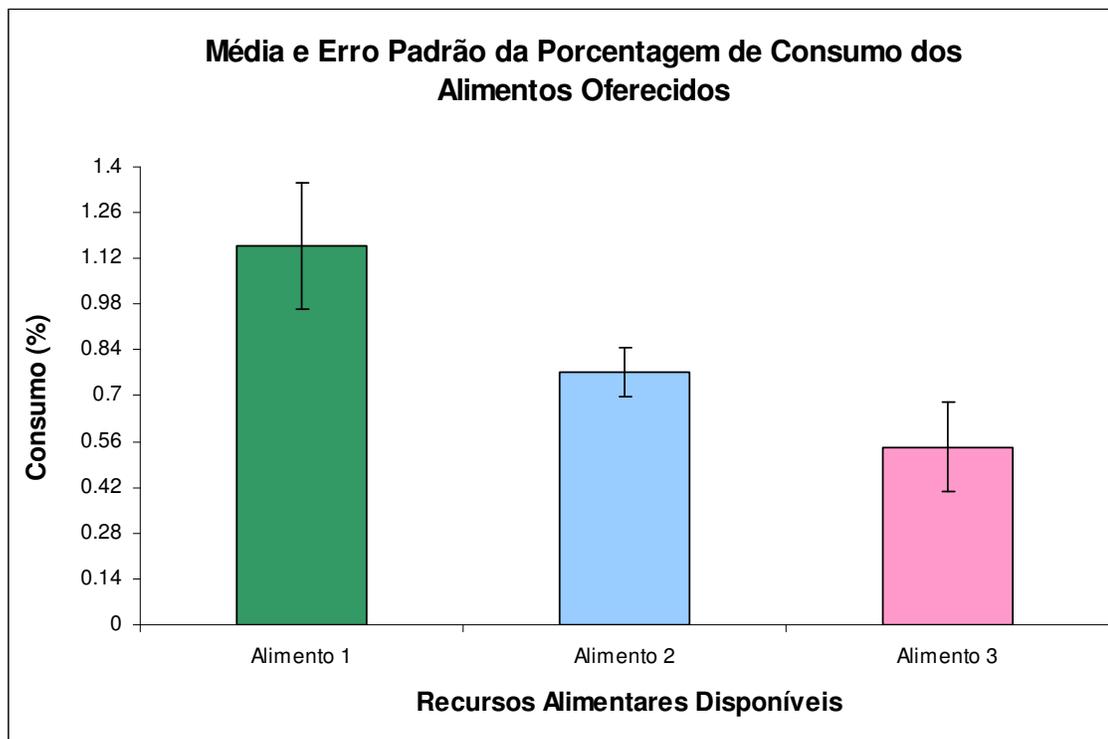


Figura 25 - Média e erro padrão da porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares para a espécie *C. gestroi*.

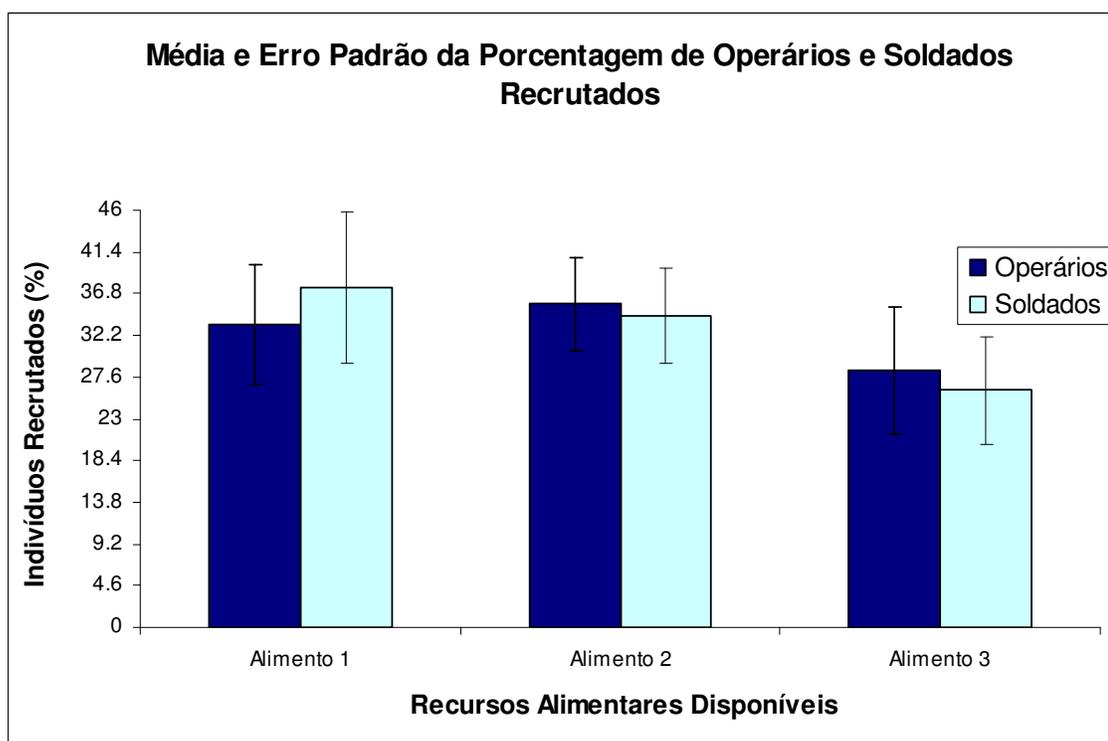


Figura 26 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *C. gestroi*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares.

Após a execução do teste de Kruskal-Wallis, verificou-se que não houve diferença entre as porcentagens de operários presentes nas três câmaras alimentares ($H = 1,2800$; $p = 0,5273$). Fato semelhante foi percebido quando comparou-se o recrutamento de soldados ($H = 1,5704$; $p = 0,4560$).

As Tabelas XXXIV e XXXV contêm os resultados referentes ao teste de correlação de Spearman entre as porcentagens de consumo das madeiras e dos indivíduos recrutados (operários e soldados, respectivamente) para cada câmara alimentar. Quando o consumo foi comparado ao recrutamento de operários (Tabela XXXIV), pode-se observar que nenhum dos três alimentos apresentou tal correlação. Fato semelhante foi observado quando comparou-se o consumo ao recrutamento de soldados para os alimentos (Tabela XXXV), uma vez que não foi constatada nenhuma correlação.

Tabela XXXIV - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas.

Recursos Alimentares Disponíveis	rs	p
Alimento 1	0,4788	$p = 0,1614$ (não há correlação)
Alimento 2	0,4742	$p = 0,1661$ (não há correlação)
Alimento 3	0,3939	$p = 0,2599$ (não há correlação)

Tabela XXXV - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas.

Recursos Alimentares Disponíveis	rs	p
Alimento 1	0,5152	$p = 0,1275$ (não há correlação)
Alimento 2	0,4802	$p = 0,1600$ (não há correlação)
Alimento 3	0,3576	$p = 0,3103$ (não há correlação)

4.3.2.2 - *Heterotermes tenuis*

Os resultados correspondentes à sobrevivência dos indivíduos em cada repetição estão descritos na Tabela XXXVI. Pelos dados apresentados pode-se observar que a média da sobrevivência total foi alta (91,88%), sendo que a sobrevivência média de operários foi 91,92%, e a de soldados, 92,11%. Esses

resultados possibilitaram uma análise do recrutamento dos indivíduos para cada um dos alimentos oferecidos, a qual será apresentada a seguir.

Tabela XXXVI - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *H. tenuis* em cada repetição após o período experimental referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares (8 dias para a repetição 9; 10 dias para a repetição 1; 11 dias para a repetição 5; 12 dias para a repetição 3; 13 dias para a repetição 4; 14 dias para a repetição 10; 15 dias para a repetição 2; 16 dias para a repetição 6; 19 dias para a repetição 7 e 24 dias para a repetição 8). **EP** = erro padrão.

Repetição	Número de Operários Vivos	Número de Soldados Vivos	Sobrevivência Total (operários + soldados)	Porcentagem de Sobrevivência Total
1	488	30	518	97,74%
2	468	29	497	93,77%
3	447	27	474	89,38%
4	491	25	516	97,68%
5	431	26	457	86,27%
6	459	29	488	92,06%
7	452	26	478	90,17%
8	389	27	416	77,61%
9	495	30	525	99,06%
10	476	28	504	95,09%
MÉDIA ± EP	459,6 ± 10,22	27,7 ± 0,56	487,3 ± 10,45	91,88% ± 2,05

De acordo com as observações comportamentais executadas a cada 24 horas, foi possível constatar que, em todas as repetições desenvolvidas, os cupins chegaram ao **alimento 1** durante o primeiro dia de experimentação. Além disso, em duas das dez repetições executadas os indivíduos atingiram o **alimento 2** também durante as primeiras 24 horas. Em outras seis repetições o **alimento 2** foi atingido após 48, 72 ou 192 horas de experimentação (2 repetições para cada situação). Em uma das dez repetições os cupins demoraram 144 horas para encontrar o segundo alimento oferecido e, finalmente, em uma das repetições os indivíduos não chegaram ao **alimento 2**, e conseqüentemente também não atingiram o **alimento 3** ao término do período experimental total. Com relação à descoberta do **alimento 3**, não foi observado nenhum padrão, já que em cada uma das nove repetições os indivíduos demoraram períodos diferentes para chegarem até última câmara alimentar (24, 72, 96, 120, 144, 192, 216, 288 e 408 horas de experimentação). Pode-se verificar ainda a movimentação dos operários e soldados, por meio dos tubos conectores, através das câmaras que compreendiam a arena experimental. Os

dados obtidos mostraram que, na maioria das repetições, um grande número de indivíduos estava se deslocando da câmara “Ninho” para as câmaras “Alimento”, independentemente do número de horas experimentais transcorridas.

Pelos resultados referentes à porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o período de experimentação (Figura 27), pode-se verificar que o **alimento 1** foi mais consumido (2,17%), seguido pelo **alimento 2** (0,97%). O **alimento 3** foi o menos consumido (0,63%).

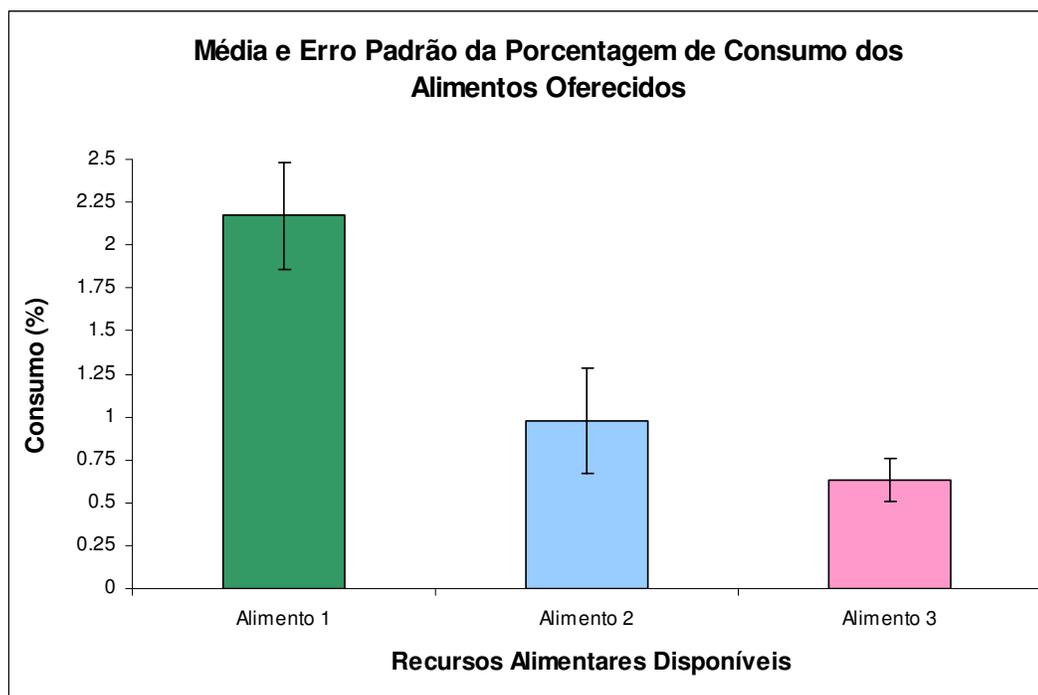


Figura 27 - Média e erro padrão da porcentagem de consumo de cada bloco de madeira após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares para a espécie *H. tenuis*.

Por meio dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls (Tabela XXXVII), pode-se constatar que a porcentagem de biomassa consumida na câmara que continha o **alimento 1** foi superior àquelas obtidas para os **alimentos 2** e **3** ($p = 0,0059$ e $p = 0,0006$, respectivamente). Os **alimentos 2** e **3** não apresentaram taxas de consumo diferentes entre si ($p = 0,5090$).

Com relação ao número de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, os resultados obtidos (Figura 28) mostraram que a câmara contendo o **alimento 1** apresentou a maior

média de recrutamento (47,39%), com 47,68% do total de operários vivos e 41,53% dos soldados. O segundo maior recrutamento foi obtido pela câmara com o **alimento 2** (25,25%), com 25,36% dos operários e 22,99% do total de soldados sobreviventes. Já na câmara com o **alimento 3** a média de indivíduos presentes foi de 15,70%, com 15,61% do total de operários e 17,79% dos soldados vivos.

Tabela XXXVII - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares para *H. tenuis*. R_1 , R_2 e R_3 = postos médios obtidos para cada forma de apresentação; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas.

Recursos Alimentares Disponíveis			
	Alimento 1 $R_1 = 23,60$	Alimento 2 $R_2 = 12,75$	Alimento 3 $R_3 = 10,15$
Alimento 1	-	-	-
Alimento 2	$p = 0,0059$	-	-
Alimento 3	$p = 0,0006$	$p = 0,5090$	-

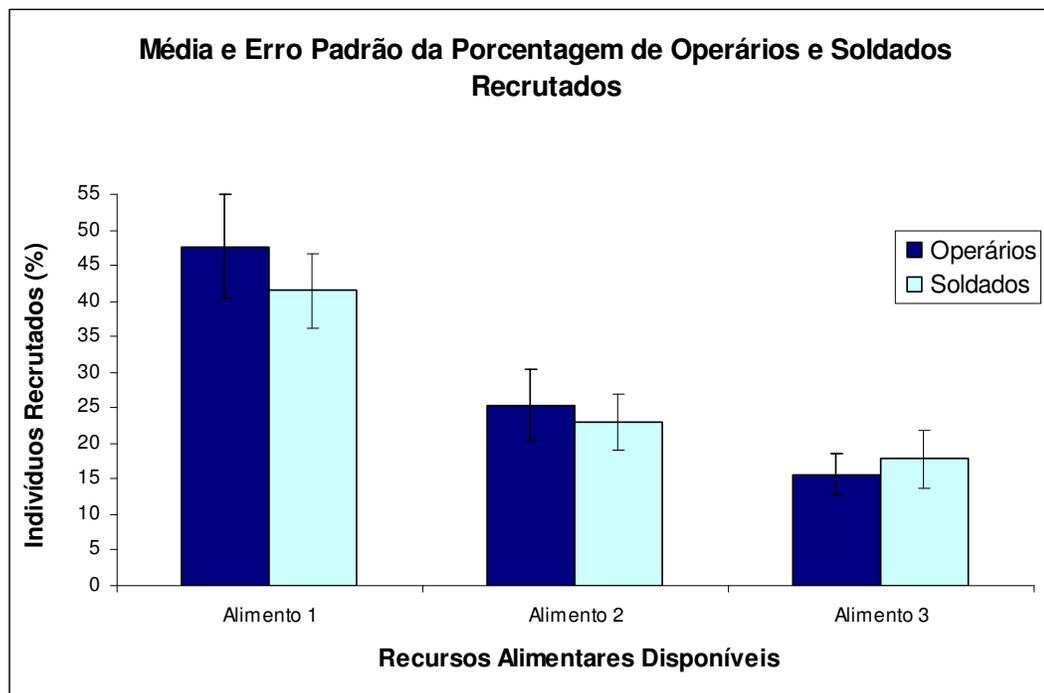


Figura 28 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *H. tenuis*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares.

Após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls (Tabelas XXXVIII e XXXIX), pode-se constatar que a porcentagem de operários presentes na câmara que continha o **alimento 1** foi superior àquela obtida para o **alimento 3** ($p = 0,0019$) (Tabela XXXVIII). Já com relação ao recrutamento de soldados (Tabela XXXIX), houve diferença estatística entre as câmaras contendo o **alimento 1** e aquelas contendo os **alimentos 2 e 3** ($p = 0,0092$ e $p = 0,0027$, respectivamente). A porcentagem de soldados recrutados para o **alimento 2** não foi estatisticamente diferente daquela obtida para o **alimento 3** ($p = 0,6938$).

Tabela XXXVIII - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação do recrutamento (porcentagem de operários de *H. tenuis* encontrados) obtido para cada câmara alimentar após o experimento de tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares. R_1 , R_2 e R_3 = postos médios obtidos para cada um dos recursos alimentares disponíveis; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa.

Recursos Alimentares Disponíveis			
	Alimento 1 $R_1 = 21,90$	Alimento 2 $R_2 = 14,95$	Alimento 3 $R_3 = 9,65$
Alimento 1	-	-	-
Alimento 2	$p = 0,0775$	-	-
Alimento 3	$p = 0,0019$	$p = 0,1782$	-

Tabela XXXIX - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação do recrutamento (porcentagem de soldados de *H. tenuis* encontrados) obtido para cada câmara alimentar após o experimento de tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares. R_1 , R_2 e R_3 = postos médios obtidos para cada um dos recursos alimentares disponíveis; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas.

Recursos Alimentares Disponíveis			
	Alimento 1 $R_1 = 22,85$	Alimento 2 $R_2 = 12,60$	Alimento 3 $R_3 = 11,05$
Alimento 1	-	-	-
Alimento 2	$p = 0,0092$	-	-
Alimento 3	$p = 0,0027$	$p = 0,6938$	-

As Tabelas XL e XLI contêm os resultados referentes ao teste de correlação de Spearman entre as porcentagens de consumo das madeiras e dos indivíduos recrutados (operários e soldados, respectivamente) para cada câmara alimentar. Quando o consumo foi comparado ao recrutamento de operários (Tabela XL), pode-se observar que somente o **alimento 1** apresentou tal correlação ($r_s = 0,9273$; $p =$

0,0001). Fato semelhante foi observado quando comparou-se o consumo ao recrutamento de soldados (Tabela XLI) para o **alimento 1** ($r_s = 0,8389$; $p = 0,0024$), isto é, a maior porcentagem de madeira consumida está correlacionada ao maior número de operários e de soldados presente na câmara alimentar correspondente a este alimento.

Tabela XL - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de operários de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. **r_s** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa.

Recursos Alimentares Disponíveis	r_s	p
Alimento 1	0,9273	$p = 0,0001$ (correlação positiva)
Alimento 2	-0,0909	$p = 0,8028$ (não há correlação)
Alimento 3	-0,0545	$p = 0,8810$ (não há correlação)

Tabela XLI - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada bloco de madeira e a porcentagem de soldados de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. **r_s** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa.

Recursos Alimentares Disponíveis	r_s	p
Alimento 1	0,8389	$p = 0,0024$ (correlação positiva)
Alimento 2	0,3830	$p = 0,2746$ (não há correlação)
Alimento 3	0,1524	$p = 0,6742$ (não há correlação)

4.3.2.3 - Comparação entre os resultados obtidos para *Coptotermes gestroi* e *Heterotermes tenuis*

Pela comparação dos resultados referentes à porcentagem de consumo de cada bloco de madeira para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*, pode-se verificar que os resultados foram bastante semelhantes, pois o **alimento 1** foi o mais consumido, seguido pelo **alimento 2**. Já o **alimento 3** mostrou a menor porcentagem de biomassa consumida. Porém, após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls (Tabela XLII), pode-se constatar que as porcentagens de consumo do **ALIMENTO 1** foram diferentes entre as espécies ($p = 0,0091$), sendo que *H. tenuis* consumiu mais alimento do que *C. gestroi*.

Com relação ao número de operários encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, os resultados obtidos para *C. gestroi* e *H. tenuis* foram diferentes, uma vez que a maior média de recrutamento para a primeira espécie ocorreu na câmara contendo o **alimento 2** e para a segunda espécie, foi a câmara com o **alimento 1** que apresentou mais operários recrutados. Já no que se refere ao número de soldados, ambas as espécies apresentaram maior média de recrutamento nas câmaras contendo o **alimento 1**.

Tabela XLII - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*. R_{1C} = posto médio obtido para a espécie *C. gestroi*; R_{1H} = posto médio obtido para a espécie *H. tenuis*; p = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa.

		Recursos Alimentares Disponíveis		
<i>C. gestroi</i>	<i>H. tenuis</i>	Alimento 1 $R_{1C} = 7,05$	Alimento 2	Alimento 3
Alimento 1	$R_{1H} = 13,95$	$p = 0,0091$	-	-
Alimento 2		-	$p = 0,9995$	-
Alimento 3		-	-	$p = 0,6232$

Por meio do teste de Kruskal-Wallis (Tabelas XLIII e XLIV), pode-se constatar que tanto a porcentagem de operários quanto a de soldados presentes nas três câmaras experimentais (**alimento 1**, **alimento 2** e **alimento 3**) não foi diferente para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*, ou seja, o número de indivíduos recrutados para cada alimento foi o mesmo para ambas as espécies.

Tabela XLIII - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de operários de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares. p = probabilidades obtidas.

		Câmaras com os Recursos Alimentares		
<i>C. gestroi</i>	<i>H. tenuis</i>	Alimento 1	Alimento 2	Alimento 3
Alimento 1		$p = 0,2568$	-	-
Alimento 2		-	$p = 0,2568$	-
Alimento 3		-	-	$p = 0,3258$

Tabela XLIV - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de soldados de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares. p = probabilidades obtidas.

Câmaras com os Recursos Alimentares			
<i>C. gestroi</i> \ <i>H. tenuis</i>	Alimento 1	Alimento 2	Alimento 3
Alimento 1	$p = 0,3256$	-	-
Alimento 2	-	$p = 0,1304$	-
Alimento 3	-	-	$p = 0,3071$

Finalmente, de acordo com os dados comportamentais, pode-se perceber que *C. gestroi* apresentou-se mais veloz em atingir o último alimento disponível, ao passo que *H. tenuis* demorou mais tempo para atingi-lo (Tabela XLV). Esses resultados mostram algumas diferenças comportamentais entre as espécies estudadas.

Tabela XLV - Período transcorrido (horas) até a chegada dos cupins de *C. gestroi* e *H. tenuis* em cada uma das fontes alimentares disponíveis em cada repetição executada (r.).

Espécie \ Alimentos disponíveis	<i>Coptotermes gestroi</i>				<i>Heterotermes tenuis</i>			
	Tempo gasto até o encontro de cada alimento							
	24h	48h	72h	+ 96h	24h	48h	72h	+ 96h
Alimento 1	10 r.	-	-	-	10 r.	-	-	-
Alimento 2	10 r.	-	-	-	2 r.	2 r.	2 r.	4 r.
Alimento 3	7 r.	3 r.	-	-	1 r.	-	1 r.	8 r.

4.4 - Exploração de Recursos Alimentares Previamente Visitados por Outros Cupins

4.4.1 - *Coptotermes gestroi*

Os resultados correspondentes à sobrevivência dos indivíduos em cada repetição estão descritos na Tabela XLVI. Pelos dados apresentados pode-se observar que a média da sobrevivência total foi alta (85,78%), sendo que a sobrevivência média de operários foi 84,70%, e a de soldados, 96,60%. Esses

resultados possibilitaram uma análise do recrutamento dos indivíduos para cada um dos alimentos oferecidos, a qual será apresentada mais adiante.

De acordo com as observações comportamentais executadas a cada 24 horas, foi possível constatar que, em todas as repetições desenvolvidas, os cupins chegaram aos quatro alimentos durante o primeiro dia de experimentação. Pode-se verificar ainda a movimentação dos operários e soldados, por meio dos tubos conectores, através das câmaras que compreendiam a arena experimental. Os dados obtidos mostraram que os indivíduos se deslocaram da câmara “Ninho” para todas as câmaras “Alimento” e vice-versa durante todo o período experimental, independentemente do número de horas transcorridas.

Tabela XLVI - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *C. gestroi* em cada repetição após o período experimental referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins (10 dias). **EP** = erro padrão.

Repetição	Número de Operários Vivos	Número de Soldados Vivos	Sobrevivência Total (operários + soldados)	Porcentagem de Sobrevivência Total
1	436	50	486	88,36%
2	435	48	483	87,82%
3	430	49	479	87,09%
4	414	49	463	84,18%
5	400	47	447	81,27%
6	427	46	473	86,00%
7	418	47	465	84,54%
8	401	48	449	81,64%
9	443	49	492	89,45%
10	431	50	481	87,45%
MÉDIA ± EP	423,5 ± 4,66	48,3 ± 0,42	471,8 ± 4,87	85,78% ± 0,88

Pela observação da Figura 29, a qual compara a porcentagem de consumo de cada papel filtro após o período de experimentação, pode-se verificar que o alimento previamente exposto a cupins da **mesma colônia (C =)** foi o mais consumido (26,36%), seguido pelo papel visitado por indivíduos de **outra espécie (H)** (23,94%) e por aquele inicialmente oferecido a cupins de **outra colônia (C ≠)** (17,79%) Já o **controle** apresentou a menor porcentagem de consumo (13,54%).

Após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e de Student-Newman-Keuls (Tabela XLVII), verificou-se que a porcentagem de consumo dos papéis previamente

expostos a cupins da **mesma colônia** foi superior àquela conseguida para os papéis **controle** ($p = 0,0066$). As demais comparações não apresentaram diferenças estatísticas.

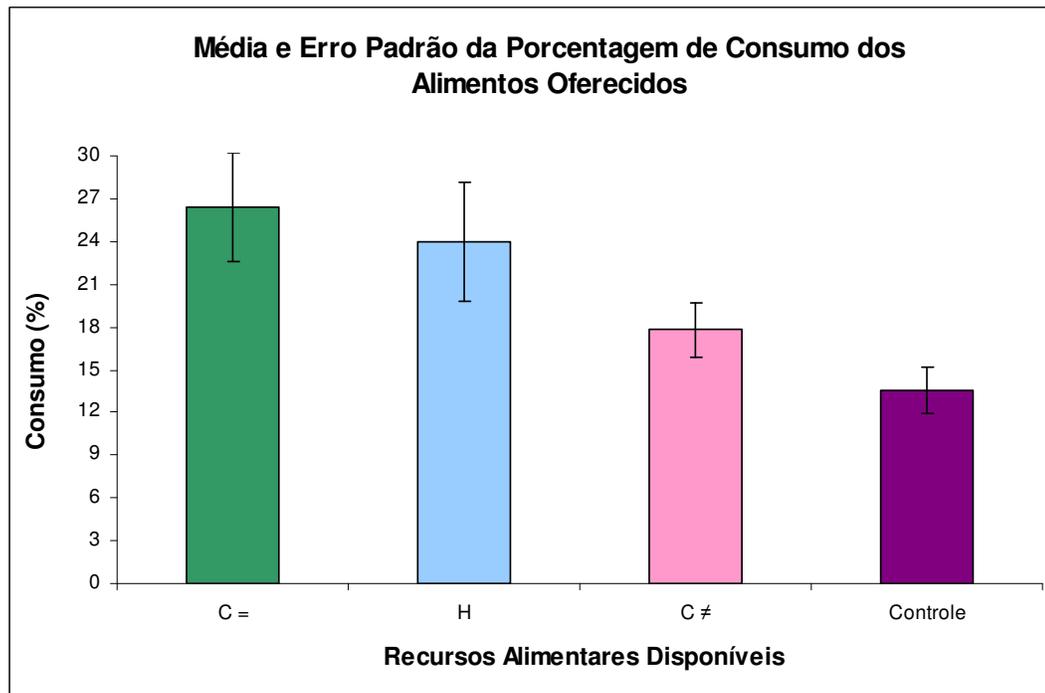


Figura 29 - Média e erro padrão do consumo de cada papel filtro após o experimento referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins para a espécie *C. gestroi*. **C =** : alimentos previamente expostos a cupins da mesma colônia; **H**: alimentos previamente expostos a cupins de outra espécie; **C ≠** : alimentos previamente expostos a cupins de uma colônia diferente da mesma espécie; **Controle**: alimentos sem exposição prévia a nenhum cupim.

Tabela XLVII - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins para *C. gestroi*. **C =** : alimentos previamente expostos a cupins da mesma colônia, **H**: alimentos previamente expostos a cupins de outra espécie e **C ≠** : alimentos previamente expostos a cupins de uma colônia diferente; **R₁**, **R₂**, **R₃** e **R₄** = postos médios obtidos para cada recurso alimentar; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa.

Recursos Alimentares Disponíveis				
	C = R ₁ = 27,30	H R ₂ = 23,10	C ≠ R ₃ = 18,50	Controle R ₄ = 13,1
C =	-	-	-	-
H	$p = 0,4218$	-	-	-
C ≠	$p = 0,0923$	$p = 0,3789$	-	-
Controle	$p = 0,0066$	$p = 0,0558$	$p = 0,3017$	-

Pela observação da Figura 30, a qual compara a porcentagem de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, pode-se verificar que a câmara contendo o papel filtro previamente exposto a cupins da **mesma colônia (C =)** apresentou a maior média de recrutamento (23,07%), com 22,98% do total de operários vivos e 23,76% dos soldados, seguido pela câmara com o papel visitado por indivíduos de **outra espécie (H)** (7,72%), com 7,66% dos operários e 8,75% do total de soldados vivos. Já na câmara com o alimento **controle**, o recrutamento total foi de 7,95%, com 7,57% do total de operários sobreviventes e 11,25% dos soldados, seguido, finalmente, pela câmara que continha o papel filtro previamente exposto a cupins de uma **colônia diferente (C ≠)**, a qual apresentou a menor média (7,72%), com 7,35% dos operários e 10,96% dos soldados vivos.

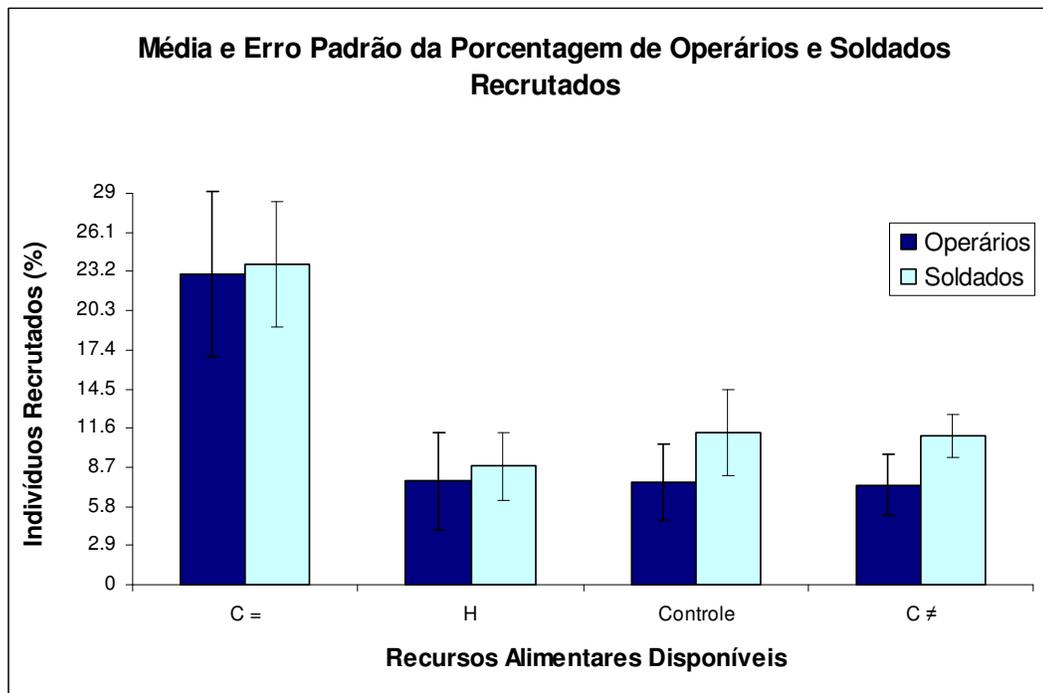


Figura 30 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *C. gestroi*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins. **C =** : alimentos previamente expostos a cupins da mesma colônia; **H**: alimentos previamente expostos a cupins de outra espécie; **Controle**: alimentos sem exposição prévia a nenhum cupim; **C ≠** : alimentos previamente expostos a cupins de uma colônia diferente da mesma espécie.

Apesar desses resultados, após a execução do teste de Kruskal-Wallis, pode-se constatar que as porcentagens de operários e soldados presentes nas quatro câmaras experimentais não foram diferentes entre si ($H = 6,8076$; $p = 0,0783$ e $H = 7,3816$; $p = 0,0607$, respectivamente).

As Tabelas XLVIII e XLIX contêm os resultados referentes ao teste de correlação de Spearman entre as porcentagens de consumo das madeiras e dos indivíduos recrutados (operários e soldados, respectivamente) para cada fonte alimentar equivalente. Pelos resultados obtidos pode-se verificar nenhuma das análises realizadas mostrou correlação, isto é, a maior porcentagem de madeira consumida não está correlacionada ao maior número de indivíduos presentes na câmara alimentar correspondente, bem como a menor porcentagem de madeira consumida não está correlacionada ao menor número de indivíduos presentes na câmara alimentar correspondente.

Tabela XLVIII - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada papel filtro e a porcentagem de operários de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas.

Recursos Alimentares Disponíveis	rs	p
Mesma colônia (C =)	0,1758	$p = 0,6272$ (não há correlação)
Colônia diferente (C ≠)	0,6000	$p = 0,0666$ (não há correlação)
Espécie diferente (H)	0,4303	$p = 0,2144$ (não há correlação)
Controle	0,6242	$p = 0,0536$ (não há correlação)

Tabela XLIX - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada papel filtro e a porcentagem de soldados de *C. gestroi* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas.

Recursos Alimentares Disponíveis	rs	p
Mesma colônia (C =)	-0,4061	$p = 0,2442$ (não há correlação)
Colônia diferente (C ≠)	0,1515	$p = 0,6761$ (não há correlação)
Espécie diferente (H)	0,5515	$p = 0,0983$ (não há correlação)
Controle	0,4182	$p = 0,2290$ (não há correlação)

4.4.2 - *Heterotermes tenuis*

Os resultados correspondentes à sobrevivência dos indivíduos em cada repetição estão descritos na Tabela L. Pelos dados apresentados pode-se observar

que a média da sobrevivência total foi alta (85,78%), sendo que a sobrevivência média de operários foi 84,70%, e a de soldados, 96,60%. Esses resultados possibilitaram uma análise do recrutamento dos indivíduos para cada um dos alimentos oferecidos, a qual será apresentada a seguir.

Tabela L - Sobrevivência dos indivíduos forrageiros de *H. tenuis* em cada repetição após o período experimental referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins (10 dias). EP = erro padrão.

Repetição	Número de Operários Vivos	Número de Soldados Vivos	Sobrevivência Total (operários + soldados)	Porcentagem de Sobrevivência Total
1	477	29	506	95,47%
2	472	28	500	94,34%
3	277	20	297	56,04%
4	300	28	328	61,89%
5	211	24	235	44,34%
6	214	25	239	45,09%
7	277	22	299	56,41%
8	445	28	473	89,24%
9	491	26	517	97,55%
10	372	27	399	75,28%
MÉDIA ± EP	353,6 ± 35,16	25,7 ± 0,93	379,3 ± 35,76	71,56% ± 6,75

De acordo com as observações comportamentais executadas a cada 24 horas, foi possível constatar que, em 6 das 10 repetições desenvolvidas, os cupins chegaram aos quatro alimentos durante o primeiro dia de experimentação. Nas demais repetições, verificou-se que os indivíduos não tiveram contato com um dos quatro alimentos disponíveis durante todo o período experimental. Pode-se verificar ainda a movimentação dos operários e soldados, por meio dos tubos conectores, através das câmaras que compreendiam a arena experimental. Os dados obtidos mostraram que os indivíduos se deslocaram da câmara “Ninho” para as câmaras “Alimento” e vice-versa durante todo o período experimental, independentemente do número de horas transcorridas.

Pela observação da Figura 31, a qual compara a porcentagem de consumo de cada papel filtro após o período de experimentação, pode-se verificar que o alimento previamente exposto a cupins da **mesma colônia (H =)** foi o mais consumido (19,60%), seguido pelo **controle** (9,98%) e por aquele inicialmente oferecido a

cupins de **outra colônia (H ≠)** (9,93%) Já aquele visitado por cupins de **outra espécie** apresentou a menor porcentagem de consumo (5,27%).

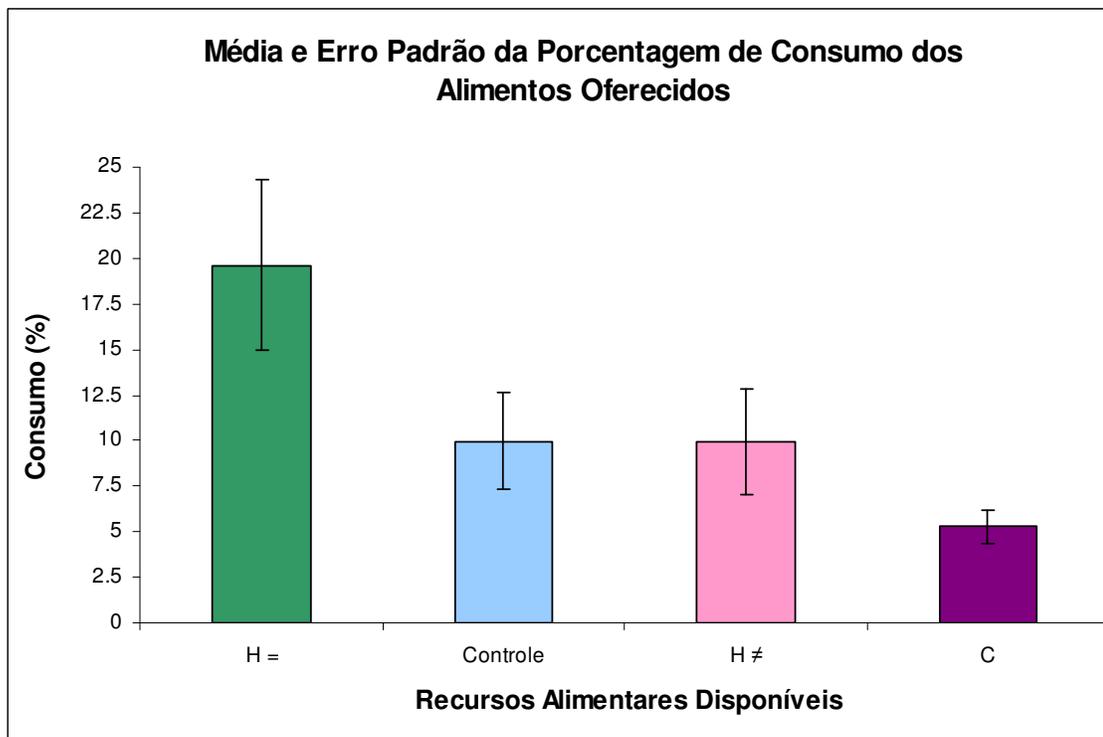


Figura 31 - Média e erro padrão do consumo de cada papel filtro após o experimento referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins para a espécie *H. tenuis*. **H =** : alimentos previamente expostos a cupins da mesma colônia; **Controle**: alimentos sem exposição prévia a nenhum cupim; **H ≠** : alimentos previamente expostos a cupins de uma colônia diferente da mesma espécie **C**: alimentos previamente expostos a cupins de outra espécie.

Após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e de Student-Newman-Keuls (Tabela LI), verificou-se que a porcentagem de consumo dos papéis previamente expostos a cupins da **mesma colônia** foi superior àquela conseguida para os papéis previamente expostos a cupins de **outra espécie** ($p = 0,0038$). As demais comparações não apresentaram diferenças estatísticas.

Pela observação da Figura 32, a qual compara a porcentagem de indivíduos (operários e soldados) encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, pode-se verificar que a câmara contendo o papel filtro previamente exposto a cupins da **mesma colônia (H =)** apresentou a maior média de recrutamento (18,54%), com 18,20% do total de operários vivos e 22,64% dos soldados, seguido pela câmara com o papel visitado por indivíduos de uma **colônia**

diferente (H ≠), (14,14%), com 13,68% dos operários e 18,86% do total de soldados vivos. Já na câmara com o alimento **controle**, o recrutamento total foi de 4,29%, com 4,29% do total de operários sobreviventes e 4,37% dos soldados, seguido, finalmente, pela câmara que continha o papel filtro previamente exposto a cupins de **outra espécie (C)**, a qual apresentou a menor média (3,62%), com 3,55% dos operários e 4,43% dos soldados vivos.

Apesar desses resultados, após a execução do teste de Kruskal-Wallis, pode-se constatar que as porcentagens de operários e soldados presentes nas quatro câmaras experimentais não foram diferentes entre si ($H = 3,0571$; $p = 0,3829$ e $H = 2,5289$; $p = 0,4701$, respectivamente).

Tabela LI - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins para *H tenuis*. **H =** : alimentos previamente expostos a cupins da mesma colônia, **C**: alimentos previamente expostos a cupins de outra espécie e **H ≠** : alimentos previamente expostos a cupins de uma colônia diferente; **R₁**, **R₂**, **R₃** e **R₄** = postos médios obtidos para cada recurso alimentar; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** A probabilidade em vermelho corresponde à presença de diferença estatística significativa.

Recursos Alimentares Disponíveis				
	H = R ₁ = 28,90	Controle R ₄ = 20,60	H ≠ R ₂ = 18,75	C R ₃ = 13,75
H =	-	-	-	-
Controle	$p = 0,1124$	-	-	-
H ≠	$p = 0,0522$	$p = 0,7234$	-	-
C	$p = 0,0038$	$p = 0,1901$	$p = 0,3389$	-

As Tabelas LII e LIII contêm os resultados referentes ao teste de correlação de Spearman entre as porcentagens de consumo das madeiras e dos indivíduos recrutados (operários e soldados, respectivamente) para cada fonte alimentar equivalente. Pelos resultados obtidos pode-se verificar que todas as análises realizadas mostraram correlação positiva, isto é, a maior porcentagem de madeira consumida está correlacionada ao maior número de indivíduos presentes na câmara alimentar correspondente.

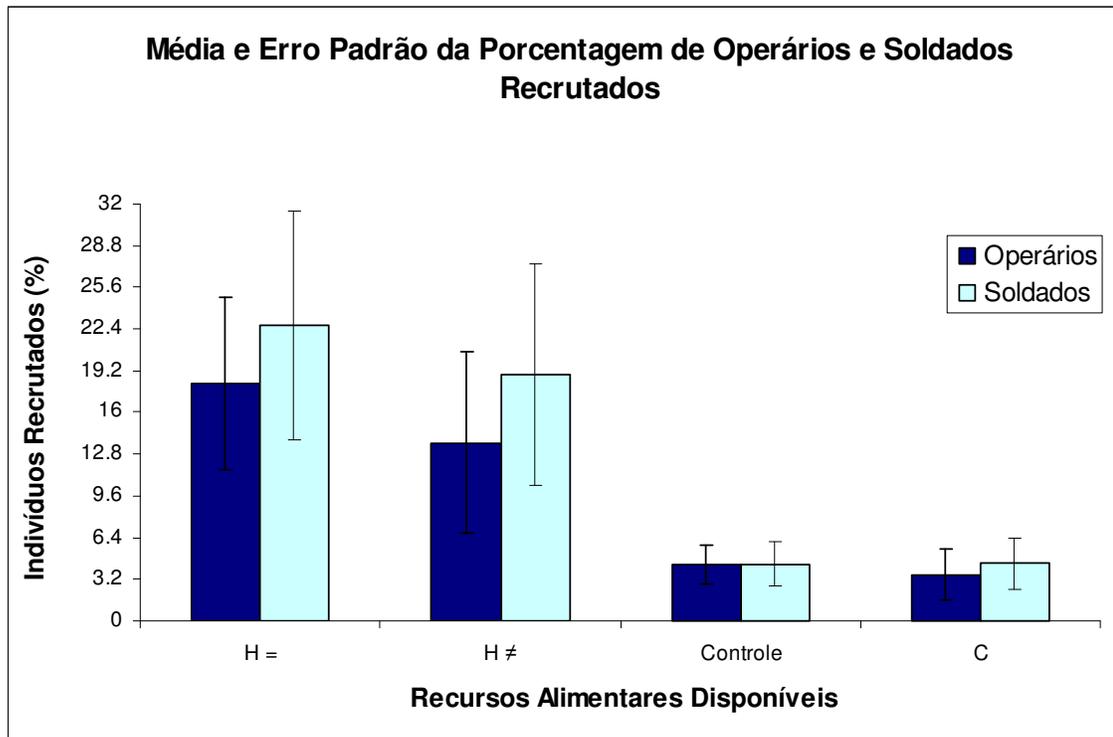


Figura 32 - Média e erro padrão da porcentagem de indivíduos encontrados (operários e soldados de *H. tenuis*) em cada câmara alimentar após o experimento referente à exploração de recursos alimentares já visitados por outros cupins **H =** : alimentos previamente expostos a cupins da mesma colônia; **Controle**: alimentos sem exposição prévia a nenhum cupim; **H ≠** : alimentos previamente expostos a cupins de uma colônia diferente da mesma espécie **C**: alimentos previamente expostos a cupins de outra espécie.

Tabela LII - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada papel filtro e a porcentagem de operários de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas.

Recursos Alimentares Disponíveis	<i>rs</i>	<i>p</i>
Mesma colônia (H =)	0,9483	<i>p</i> < 0,0001 (correlação positiva)
Colônia diferente (H ≠)	0,6993	<i>p</i> = 0,0244 (correlação positiva)
Espécie diferente (C)	0,7338	<i>p</i> = 0,0157 (correlação positiva)
Controle	0,5723	<i>p</i> = 0,0837 (não há correlação)

Tabela LIII - Análise de correlação de Spearman entre a porcentagem de consumo de cada papel filtro e a porcentagem de soldados de *H. tenuis* encontrados em cada câmara alimentar. **rs** = coeficientes de Spearman; **p** = probabilidades obtidas. **Obs.:** As probabilidades em vermelho correspondem à presença de diferenças estatísticas significativas.

Recursos Alimentares Disponíveis	<i>rs</i>	<i>p</i>
Mesma colônia (H =)	0,9067	<i>p</i> = 0,0003 (correlação positiva)
Colônia diferente (H ≠)	0,6646	<i>p</i> = 0,0360 (correlação positiva)
Espécie diferente (C)	0,7563	<i>p</i> = 0,0113 (correlação positiva)
Controle	0,5577	<i>p</i> = 0,0938 (não há correlação)

4.4.3 - Comparação entre os resultados obtidos para *Coptotermes gestroi* e *Heterotermes tenuis*

Pela comparação dos dados referentes à porcentagem de consumo de cada recurso alimentar para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*, pode-se verificar que alguns resultados foram semelhantes, pois para ambas o alimento mais consumido foi aquele previamente visitado por cupins da **mesma colônia**. Além disso, os papéis filtro previamente expostos a indivíduos provenientes de uma **colônia diferente** ocuparam o terceiro lugar na escala de consumo para as duas espécies. Tais resultados condizem com aqueles obtidos após a execução dos testes de Kruskal-Wallis (Tabela LIV), já que nenhuma diferença estatística foi constatada entre as porcentagens de consumo de todos os alimentos disponíveis aos forrageiros se comparadas ambas as espécies.

Tabela LIV - Teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls: matriz de comparação da porcentagem de consumo de cada alimento após o experimento referente à tenacidade do forrageamento com 3 fontes alimentares para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*. R_{1C} = posto médio obtido para a espécie *C. gestroi*; R_{1H} = posto médio obtido para a espécie *H. tenuis*; p = probabilidades obtidas.

		Recursos Alimentares Disponíveis			
<i>C. gestroi</i>		Colônia =	Colônia ≠	Outra Espécie	Controle
<i>H. tenuis</i>					
	Colônia =	$p = 0,3258$	-	-	-
	Colônia ≠	-	$p = 0,2568$	-	-
	Outra Espécie	-	-	$p = 0,3643$	-
	Controle	-	-	-	$p = 0,0821$

Com relação ao número de operários encontrados em cada câmara alimentar ao final do período experimental, alguns dos resultados obtidos para *C. gestroi* e *H. tenuis* também foram semelhantes, uma vez que a maior média de recrutamento para as duas espécies ocorreu na câmara contendo alimento previamente visitado por cupins da **mesma colônia**. O mesmo aconteceu para a terceira média encontrada (**controle**).

Por meio do teste de Kruskal-Wallis (Tabelas LV e LVI), pode-se constatar que tanto a porcentagem de operários quanto a de soldados presentes nas quatro câmaras experimentais não foi diferentes para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis*, ou

seja, o número de indivíduos recrutados para cada alimento foi o mesmo para ambas as espécies.

Tabela LV - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de operários de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares explorados por outros cupins. p = probabilidades obtidas.

Recursos Alimentares Disponíveis				
<i>C. gestroi</i> \ <i>H. tenuis</i>	Colônia =	Colônia ≠	Outra Espécie	Controle
Colônia =	$p = 0,3643$	-	-	-
Colônia ≠	-	$p = 0,3643$	-	-
Outra Espécie	-	-	$p = 0,2265$	-
Controle	-	-	-	$p = 0,4274$

Tabela LVI - Teste de Kruskal-Wallis: matriz de comparação dos recrutamentos (porcentagem de soldados de *C. gestroi* e *H. tenuis* encontrados) obtidos para cada câmara alimentar após o experimento de exploração de recursos alimentares explorados pelos cupins. p = probabilidades obtidas.

Recursos Alimentares Disponíveis				
<i>C. gestroi</i> \ <i>H. tenuis</i>	Colônia =	Colônia ≠	Outra Espécie	Controle
Colônia =	$p = 0,5706$	-	-	-
Colônia ≠	-	$p = 0,2899$	-	-
Outra Espécie	-	-	$p = 0,1207$	-
Controle	-	-	-	$p = 0,0695$

4.5 - Comportamento de Tunelamento Frente à Presença de Pistas Físicas, Químicas e Biológicas no Solo (Solos Heterogêneos)

4.5.1 - Presença de arame retorcido simulando uma linha-guia (pista física)

4.5.1.1 - *Coptotermes gestroi*

Os indivíduos forrageiros construíram uma série de túneis ramificados nas arenas de tunelamento, sendo que quatro tipos de túneis foram registrados

(primário, secundário, terciário e quaternário), de acordo com a classificação proposta por Hedlund & Henderson (1999).

Os resultados correspondentes ao número e à porcentagem de túneis construídos por *C. gestroi* em cada repetição estão descritos nas Tabelas LVII e LVIII e ilustrados nas Figuras 33 e 34. Pelos dados apresentados pode-se perceber que a maior quantidade de túneis presentes foi do tipo **secundário**, tanto nos controles (61,32%) como nos tratamentos (60,38%) executados, os quais correspondem às ramificações diretas dos primeiros túneis construídos (**túneis primários**).

Pela observação da Figura 33, a qual compara o número de túneis construídos pelos cupins nas arenas bidimensionais, pode-se verificar que os **túneis primários, secundários e terciários** ocorreram com maior frequência quando a pista física estava presente (tratamentos). Somente a média do número de **túneis quaternários** foi igual para os controles e tratamentos executados.

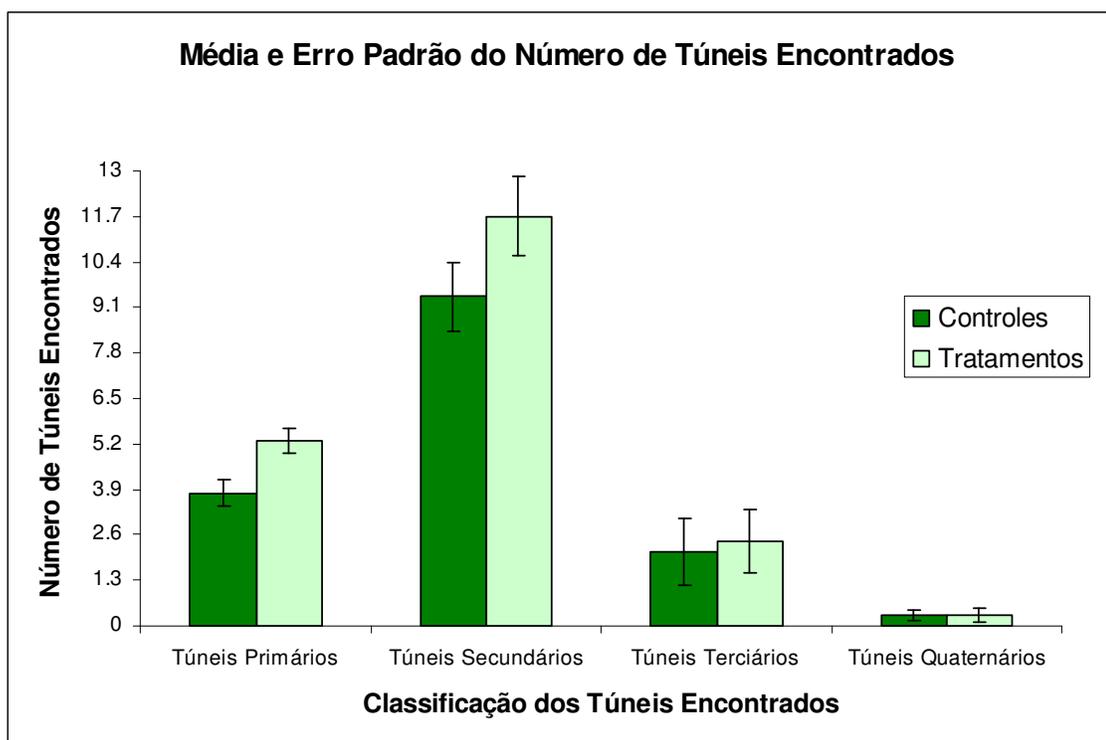


Figura 33 - Média e erro padrão do número de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença da linha-guia) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi*.

Tabela LVII - Número e porcentagem de túneis construídos por *C. gestroi* em cada uma das repetições (controles e tratamentos) após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de uma pista física no substrato (arame retorcido: linha-guia).

Repetição	CONTROLES										TRATAMENTOS									
	Número de Túneis					Porcentagem de Túneis					Número de Túneis					Porcentagem de Túneis				
	1ários	2ários	3ários	4ários		1ários	2ários	3ários	4ários		1ários	2ários	3ários	4ários		1ários	2ários	3ários	4ários	
1	6	13	10	1	20,00	43,33	33,33	3,33		5	13	8	2	17,86	46,43	28,57	7,14			
2	5	12	0	0	29,41	70,59	0,00	0,00		6	15	5	0	23,08	57,69	19,23	0,00			
3	4	8	0	0	33,33	66,67	0,00	0,00		7	12	0	0	36,84	63,16	0,00	0,00			
4	4	13	2	1	20,00	65,00	10,00	5,00		6	12	1	0	31,58	63,16	5,26	0,00			
5	5	4	1	1	45,45	36,36	9,09	9,09		6	10	0	0	37,5	62,50	0,00	0,00			
6	3	7	1	0	27,27	63,64	9,09	0,00		6	17	4	1	21,43	60,71	14,29	3,57			
7	2	12	0	0	14,29	85,71	0,00	0,00		5	14	5	0	20,83	58,33	20,83	0,00			
8	3	9	2	0	21,43	64,29	14,28	0,00		3	6	0	0	33,33	66,67	0,00	0,00			
9	3	6	4	0	23,08	46,15	30,77	0,00		4	6	1	0	36,36	54,54	9,09	0,00			
10	3	10	1	0	21,43	71,43	7,14	0,00		5	12	0	0	29,41	70,59	0,00	0,00			

Tabela LVIII - Médias do número e da porcentagem \pm erro padrão (E.P.) de túneis construídos por *C. gestroi* nos controles e tratamentos após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de uma pista física no substrato (arame retorcido: linha-guia).

Tipo de Túnel	CONTROLES		TRATAMENTOS	
	Número de Túneis	Porcentagem	Número de Túneis	Porcentagem
Primários	3,8 \pm 0,39	25,57 \pm 2,79	5,3 \pm 0,37	28,82 \pm 2,35
Secundários	9,4 \pm 0,99	61,32 \pm 4,73	11,7 \pm 1,13	60,38 \pm 2,12
Terciários	2,1 \pm 0,96	11,37 \pm 3,78	2,4 \pm 0,91	9,73 \pm 3,31
Quaternários	0,3 \pm 0,15	1,74 \pm 0,99	0,3 \pm 0,21	1,07 \pm 0,76

Com relação aos resultados referentes à porcentagem de túneis construídos ao final do período de experimentação (Fig. 34), pode-se verificar que os **túneis primários** também foram mais frequentes nas arenas com a linha-guia (arame). Já os túneis **secundários, terciários e quaternários** ocorreram com maior frequência quando a pista física estava ausente (controles).

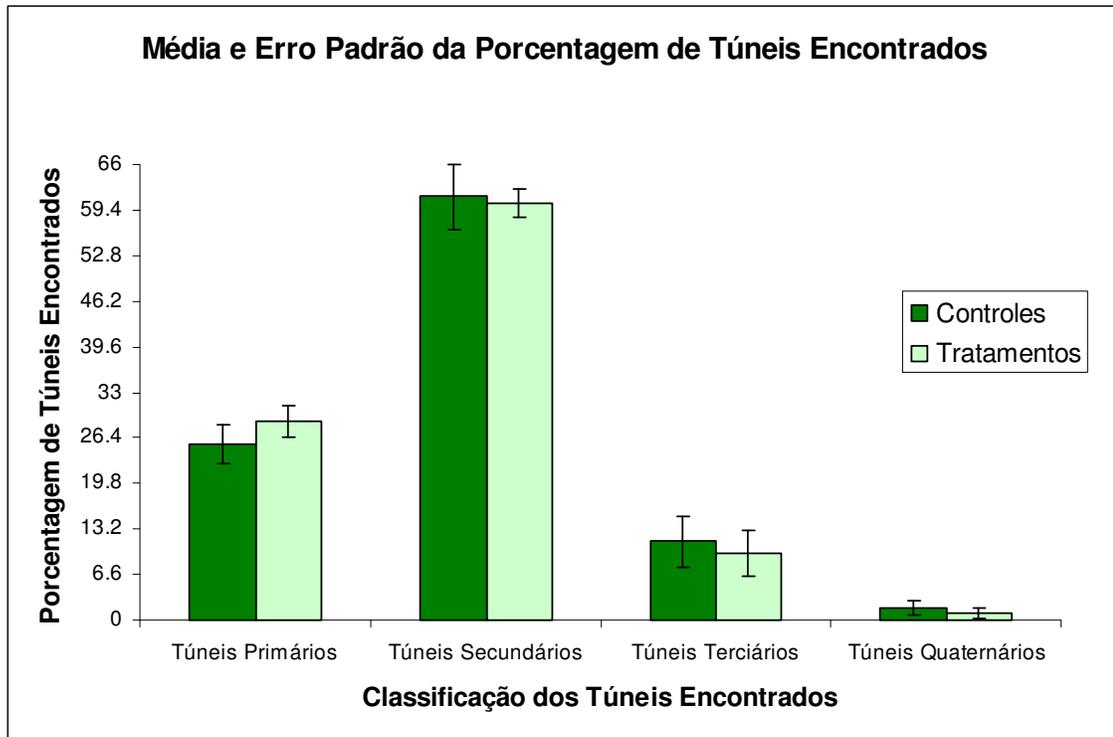


Figura 34 - Média e erro padrão da porcentagem de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença da linha-guia) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi*.

Após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls, pode-se constatar que o número de **túneis primários** construídos pelos cupins nos tratamentos (com a pista física) foi estatisticamente maior se comparado ao número obtido para os controles ($R_{\text{controles}} = 7,40$; $R_{\text{tratamentos}} = 13,60$; $H = 5,7690$; $p = 0,0191$), evidenciando um comportamento de tunelamento inicial mais vigoroso na presença da linha-guia. Porém, quando foram comparadas as porcentagens desses túneis para os controles e tratamentos, não foi verificada nenhuma diferença significativa ($H = 1,2087$; $p = 0,2716$). Com relação ao número ($H = 1,9993$; $p = 0,1574$) e à porcentagem ($H = 0,8247$; $p = 0,3638$) de **túneis secundários** construídos nos

controles e tratamentos, pode-se verificar que não houve diferença significativa para ambas as comparações. Resultados semelhantes foram obtidos para a quantidade ($H = 0,00155$; $p = 0,9696$) e a porcentagem ($H = 0,0917$; $p = 0,7620$) de **túneis terciários**, assim como para o número ($H = 0,0705$; $p = 0,7906$) e a porcentagem ($H = 0,1429$; $p = 0,7055$) de **túneis quaternários** construídos.

Por outro lado, quando foram comparados o número e a porcentagem de cada tipo de túnel para os controles e tratamentos, verificou-se que, para os **túneis primários** obtidos nos controles, o número foi estatisticamente diferente da porcentagem calculada ($R_{\text{número}} = 5,50$; $R_{\text{porcentagem}} = 15,50$; $H = 14,4377$; $p = 0,0002$). Os mesmos resultados foram encontrados para esse tipo de túnel nos tratamentos. Com relação aos **túneis secundários** presentes nos controles, pode-se perceber que o número também foi estatisticamente diferente da porcentagem encontrada ($R_{\text{número}} = 5,50$; $R_{\text{porcentagem}} = 15,50$; $H = 14,3072$; $p = 0,0002$), resultados bastante semelhantes àqueles correspondentes aos tratamentos ($R_{\text{número}} = 5,50$; $R_{\text{porcentagem}} = 15,50$; $H = 14,3505$; $p = 0,0002$). Já para os **túneis terciários** obtidos nos controles ($H = 2,5333$; $p = 0,1115$) e nos tratamentos ($H = 1,6539$; $p = 0,1984$) não foi constatada nenhuma diferença significativa entre o número e a porcentagem. O mesmo pode ser dito para os **túneis quaternários** (**controles:** $H = 0,1161$; $p = 0,7333$; **tratamentos:** $H = 0,0229$; $p = 0,8798$).

Pela medição de todos os túneis construídos, verificou-se que a distância total média explorada pelos cupins (comprimento total da rede de túneis) nos controles foi menor (84,05 cm) se comparada àquela obtida nos tratamentos (103,93 cm). Esses resultados foram comprovados após as análises estatísticas empregadas: $R_{\text{Controles}} = 7,70$; $R_{\text{Tratamentos}} = 13,30$; $H = 4,4800$; $p = 0,0343$. Pela observação da Figura 35, pode-se verificar que o comprimento total dos **túneis primários** e **secundários** construídos nos tratamentos foi maior do que aquele constatado para os controles. Já quando comparou-se o comprimento total dos **túneis terciários** e **quaternários**, verificou-se que os controles apresentaram maior média em relação aos tratamentos. Após a execução do teste de Kruskal-Wallis, verificou-se que o comprimento total dos **túneis primários** construídos pelos cupins nos tratamentos (com a pista física) foi estatisticamente maior se comparado ao comprimento obtido para os controles ($R_{\text{controles}} = 6,10$; $R_{\text{tratamentos}} = 14,90$; $H = 11,0629$; $p = 0,0009$). Já para os demais tipos de túneis encontrados, não foi constatada nenhuma diferença significativa entre os comprimentos totais dos túneis nos controles e tratamentos

(secundários: $H = 0,0914$; $p = 0,7624$; terciários: $H = 0,0229$; $p = 0,8798$ e quaternários: $H = 0,3657$; $p = 0,5453$).

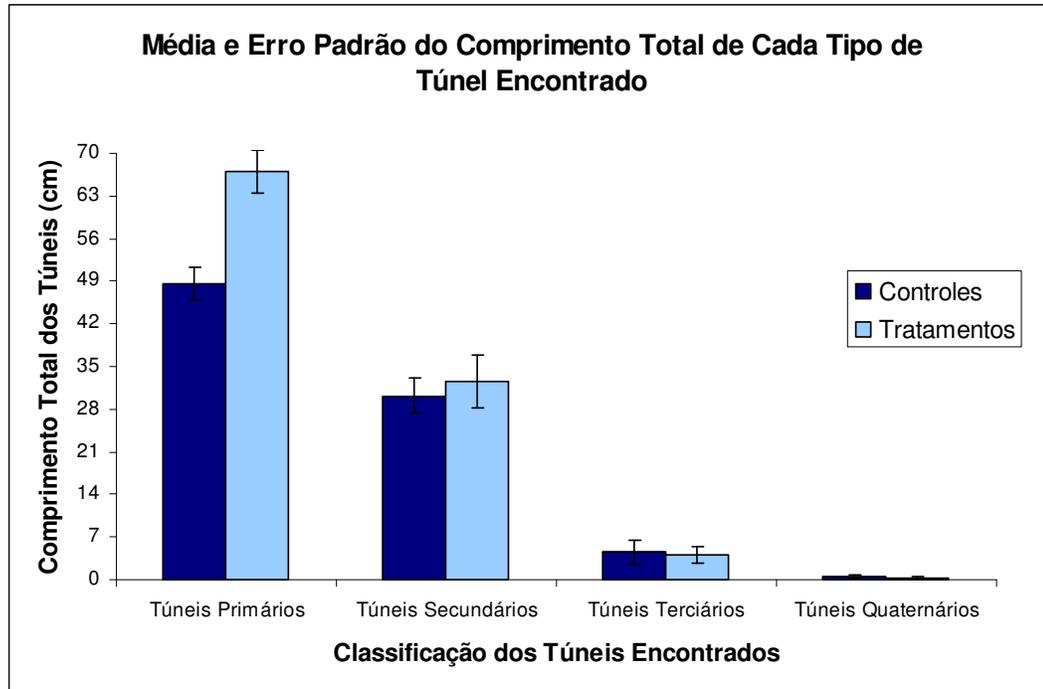


Figura 35 - Média e erro padrão do comprimento total de cada tipo de túnel encontrado nos controles e nos tratamentos (presença da linha-guia) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi*.

Apesar de algumas análises estatísticas não evidenciarem diferenças significativas entre controles e tratamentos com relação à quantidade e ao comprimento total dos túneis construídos, por meio da comparação entre os controles (Fig. 36-A e 36-B) e os tratamentos (Fig. 36-C e 36-D), fica bastante evidente que o padrão de tunelamento encontrado nessas situações experimentais foi diferente, além do fato dos indivíduos forrageiros terem seguido o arame retorcido em vários trechos (Fig. 36-C e 36-D).

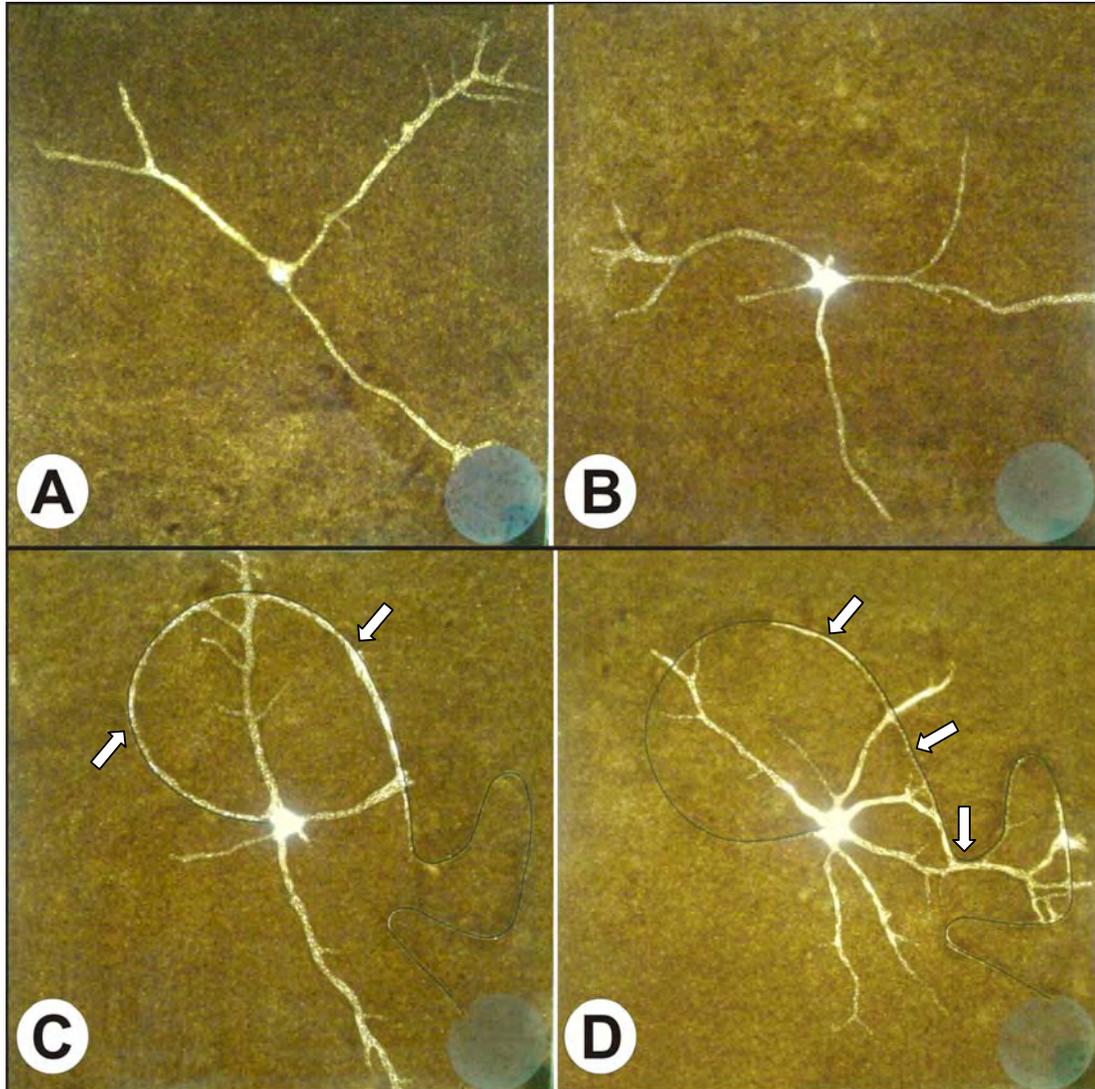


Figura 36 - Exemplos de padrões de tunelamento exibidos pelos forrageiros de *C. gestroi*. **A e B** = Controles; **C e D** = Tratamentos. As **setas** indicam alguns pontos nos quais os túneis foram construídos seguindo a linha-guia presente.

4.5.1.2 - *Heterotermes tenuis*

Os indivíduos forrageiros construíram alguns túneis ramificados nas arenas de tunelamento, sendo que somente dois tipos de túneis foram registrados (primário e secundário), de acordo com a classificação proposta por Hedlund & Henderson (1999).

Os resultados correspondentes ao número e à porcentagem de túneis construídos por *H. tenuis* em cada repetição estão descritos nas Tabelas LIX e LX e

ilustrados nas Figuras 37 e 38. Pelos dados apresentados pode-se perceber que a maior quantidade de túneis presentes foi do tipo **primário**, tanto nos controles (53,14%) como nos tratamentos (65,14%) executados, os quais correspondem às primeiras ramificações construídas.

Pela observação da Figura 37, a qual compara o número de túneis construídos pelos cupins nas arenas bidimensionais, pode-se verificar que os **túneis primários** ocorreram com maior frequência quando a pista física estava presente (tratamentos). Já com relação aos **túneis secundários**, pode-se constatar que estes ocorreram com maior frequência nos controles. Fato semelhante foi observado com relação aos resultados referentes à porcentagem de túneis construídos ao final do período de experimentação (Fig. 38).

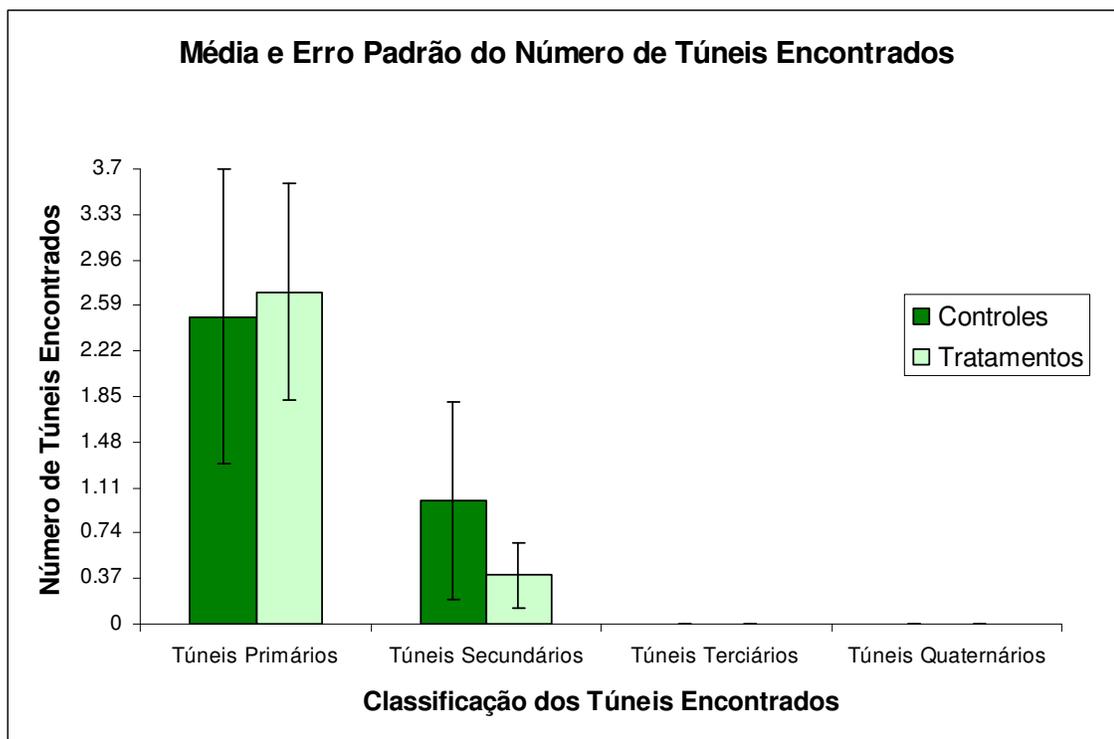


Figura 37 - Média e erro padrão do número de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença da linha-guia) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *H. tenuis*.

Tabela LIX - Número e porcentagem de túneis construídos por *H. tenius* em cada uma das repetições (controles e tratamentos) após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de uma pista física no substrato (arame retorcido: linha-guia).

Repetição	CONTROLES						TRATAMENTOS									
	Número de Túneis			Porcentagem de Túneis			Número de Túneis			Porcentagem de Túneis						
	1ários	2ários	3ários	4ários	1ários	2ários	3ários	4ários	1ários	2ários	3ários	4ários				
1	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	0	0	0	100,0	0,00	0,00	0,00
2	1	0	0	100,0	0,00	0,00	0,00	0,00	6	0	0	0	100,0	0,00	0,00	0,00
3	4	0	0	100,0	0,00	0,00	0,00	0,00	8	2	0	0	80,00	20,00	0,00	0,00
4	2	0	0	100,0	0,00	0,00	0,00	0,00	2	0	0	0	100,0	0,00	0,00	0,00
5	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	0	0	0	100,0	0,00	0,00	0,00
6	5	2	0	71,43	28,57	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5	2	0	0	71,43	28,57	0,00	0,00
8	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
9	1	0	0	100,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
10	12	8	0	60,00	40,00	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0	100,0	0,00	0,00	0,00

Tabela LX - Médias do número e da porcentagem \pm erro padrão (E.P.) de túneis construídos por *H. tenius* nos controles e tratamentos após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de uma pista física no substrato (arame retorcido: linha-guia).

Tipo de Túnel	CONTROLES		TRATAMENTOS	
	Número de Túneis	Porcentagem	Número de Túneis	Porcentagem
Primários	3,8 \pm 0,39	53,14 \pm 15,08	5,3 \pm 0,37	65,14 \pm 14,55
Secundários	9,4 \pm 0,99	6,86 \pm 4,65	11,7 \pm 1,13	4,86 \pm 3,30
Terciários	0	0	0	0
Quaternários	0	0	0	0

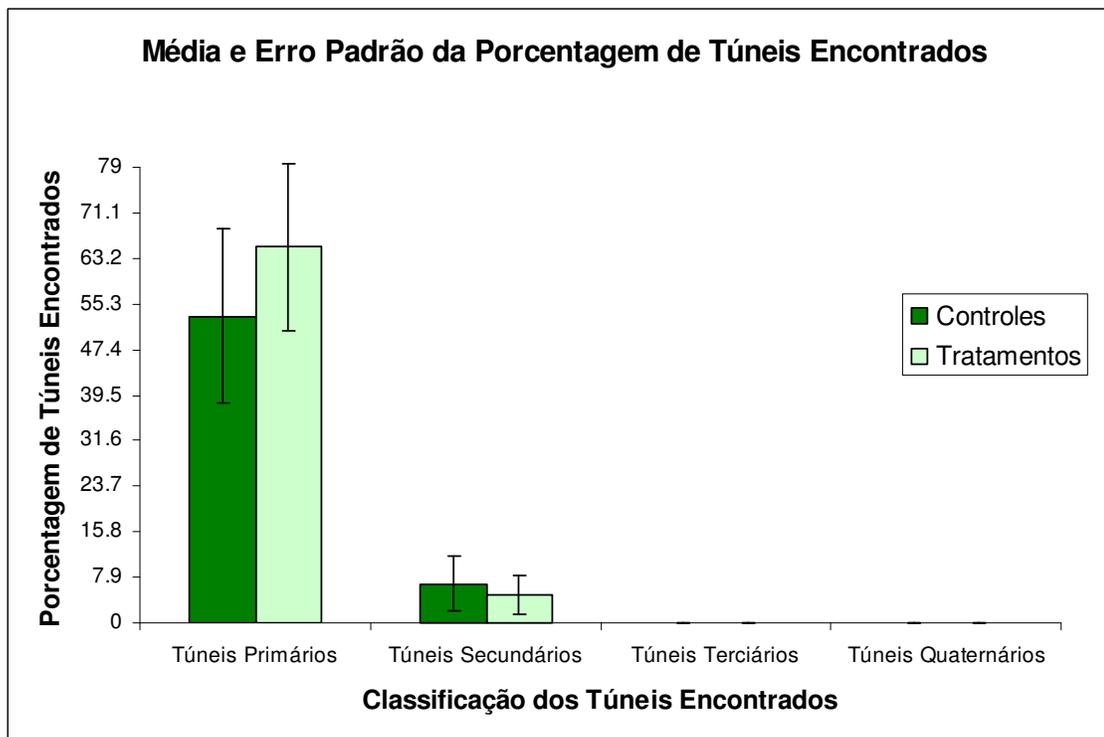


Figura 38 - Média e erro padrão da porcentagem de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença da linha-guia) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *H. tenuis*.

Após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls, pode-se constatar que o número de **túneis primários** ($H = 0,3236$; $p = 0,5694$) e **secundários** ($H = 0,0057$; $p = 0,9397$) construídos pelos cupins nos tratamentos (com a pista física) não foi estatisticamente diferente do número obtido para os controles. Adicionalmente, quando foram comparados o número e a porcentagem de ocorrência de cada tipo de túnel para os controles e tratamentos, verificou-se que, tanto para os **túneis primários** (**controles:** $H = 1,8669$; $p = 0,1718$ e **tratamentos:** $H = 3,4850$; $p = 0,0619$) como para os **secundários** (**controles e tratamentos:** $H = 0,0229$; $p = 0,8798$), não houve diferença estatística significativa.

Por meio da medição de todos os túneis construídos, verificou-se que a distância total média explorada pelos cupins (comprimento total da rede de túneis) nos controles foi maior (7,80 cm) se comparada àquela obtida nos tratamentos (6,55 cm). Porém, após análises estatísticas, não foi constatada nenhuma diferença significativa entre essas distâncias nos controles e tratamentos ($H = 0,0129$; $p = 0,9097$). A Figura 39 mostra que o comprimento total dos **túneis primários** e

secundários construídos nos controles foi maior do que aquele constatado para os tratamentos. Porém, após a execução do teste de Kruskal-Wallis, não foi constatada nenhuma diferença significativa entre seus comprimentos (**primários**: $H = 0,1429$; $p = 0,7055$ e **secundários**: $H = 0,0000$; $p = 0,9995$).

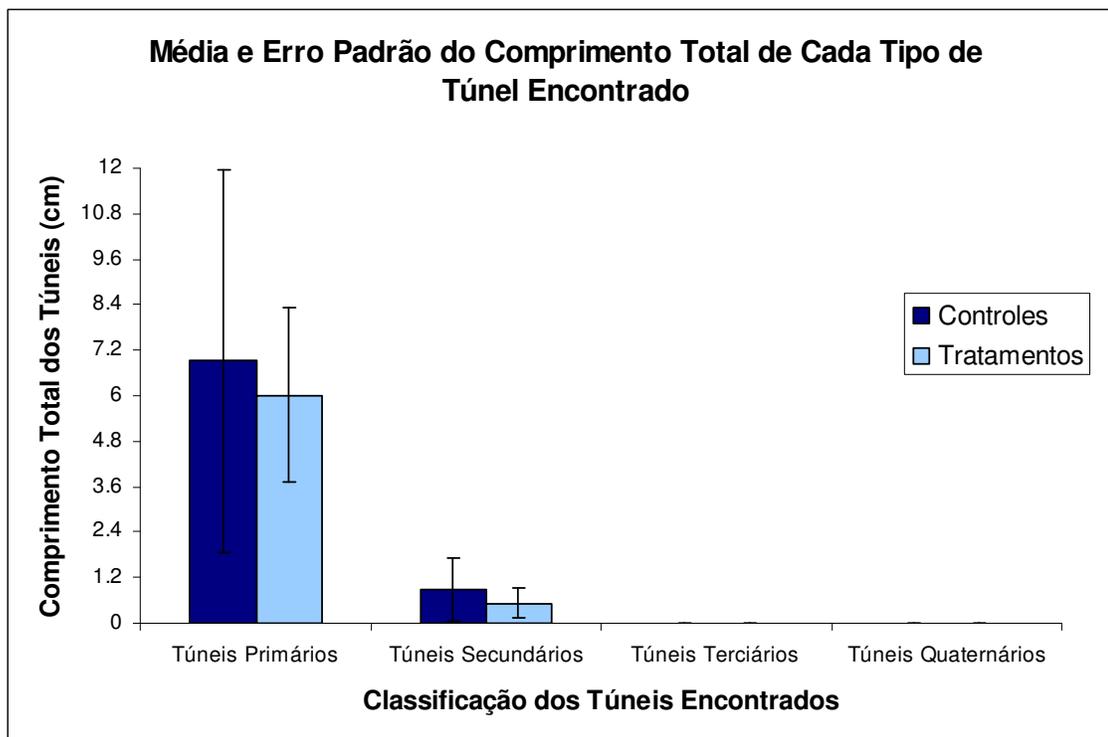


Figura 39 - Média e erro padrão do comprimento total de cada tipo de túnel encontrado nos controles e nos tratamentos (presença da linha-guia) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *H. tenuis*.

4.5.2 - Presença de túnel pré-existente simulando uma exploração anterior (pista física)

4.5.2.1 - *Coptotermes gestroi*

Os indivíduos forrageiros construíram uma série de túneis ramificados nas arenas de tunelamento, sendo que quatro tipos de túneis foram registrados (primário, secundário, terciário e quaternário), de acordo com a classificação proposta por Hedlund & Henderson (1999).

Os resultados correspondentes ao número e à porcentagem de túneis construídos por *C. gestroi* em cada repetição estão descritos nas Tabelas LXI e LXII e ilustrados nas Figuras 40 e 41. Pelos dados apresentados pode-se perceber que a maior quantidade de túneis presentes nos controles foi do tipo **secundário** (44,45%). Já nos tratamentos, o tipo de túnel com maior ocorrência foi o **primário** (68,71%).

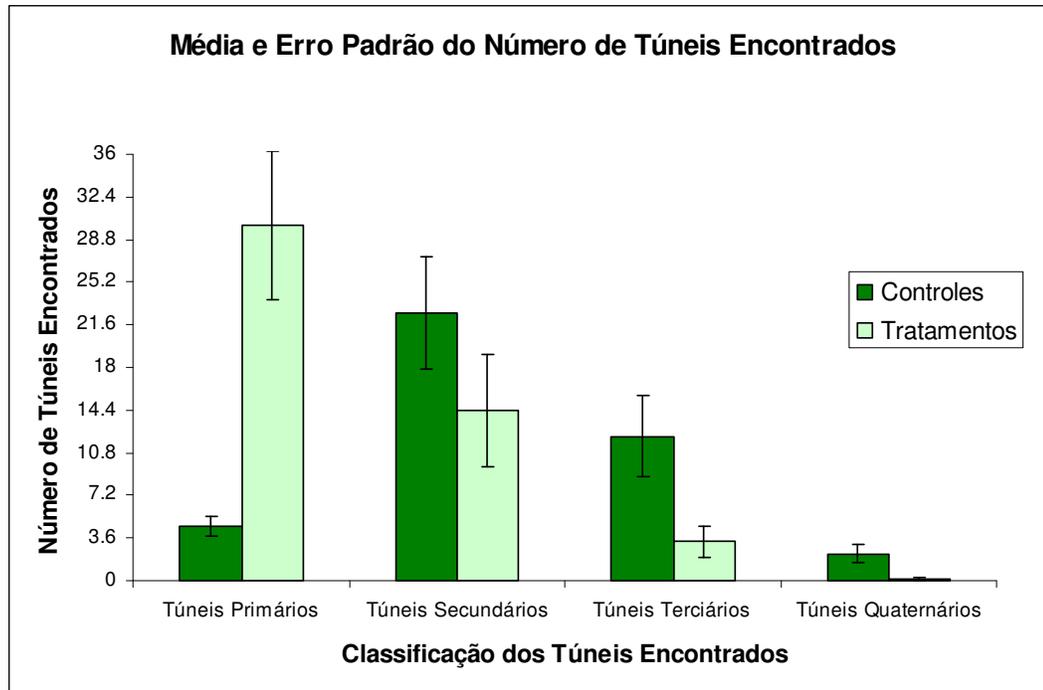


Figura 40 - Média e erro padrão do número de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença do túnel pré-existente) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi*.

Pela observação da Figura 40, a qual compara o número de túneis construídos pelos cupins nas arenas bidimensionais, pode-se verificar que os **túneis primários** ocorreram com maior frequência quando a pista física estava presente (tratamentos). Já os demais tipos de túneis (**secundários**, **terciários** e **quaternários**) foram mais frequentes nos controles do que nos tratamentos. Fato semelhante foi observado com relação aos resultados referentes à porcentagem de túneis construídos ao final do período de experimentação (Fig. 41).

Tabela LXI - Número e porcentagem de túneis construídos por *C. gestroi* em cada uma das repetições (controles e tratamentos) após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de um túnel pré-existente no substrato.

Repetição	CONTROLES										TRATAMENTOS									
	Número de Túneis					Porcentagem de Túneis					Número de Túneis					Porcentagem de Túneis				
	1ários	2ários	3ários	4ários		1ários	2ários	3ários	4ários		1ários	2ários	3ários	4ários		1ários	2ários	3ários	4ários	
1	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32	7	0	0	82,05	17,95	0,00	0,00		
2	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27	3	0	0	90,00	10,00	0,00	0,00		
3	6	32	19	3	10,00	53,33	31,67	5,00			44	18	2	0	68,75	28,12	3,12	0,00		
4	7	32	11	1	13,72	62,74	21,57	1,96			71	34	8	1	62,28	29,82	7,02	0,88		
5	5	31	30	8	6,76	41,89	40,54	10,81			49	46	11	1	45,79	42,99	10,28	0,93		
6	5	35	19	3	8,06	56,45	30,64	4,84			11	5	1	0	64,70	29,41	5,88	0,00		
7	6	19	1	0	23,08	73,08	3,85	0,00			15	18	9	0	35,71	42,86	21,43	0,00		
8	6	13	5	2	23,08	50,00	19,23	7,69			28	7	1	0	77,78	19,44	2,78	0,00		
9	5	20	12	2	12,82	51,28	30,77	5,13			9	1	0	0	90,00	10,00	0,00	0,00		
10	6	44	25	4	7,59	55,77	31,65	5,06			14	5	1	0	70,00	25,00	5,00	0,00		

Tabela LXII - Médias do número e da porcentagem \pm erro padrão (E.P.) de túneis construídos por *C. gestroi* nos controles e tratamentos após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de um túnel pré-existente no substrato.

Tipo de Túnel	CONTROLES		TRATAMENTOS	
	Número de Túneis	Porcentagem	Número de Túneis	Porcentagem
Primários	4,6 \pm 0,79	10,51 \pm 2,54	30,0 \pm 6,27	68,71 \pm 5,62
Secundários	22,6 \pm 4,70	44,45 \pm 7,84	14,4 \pm 4,72	25,56 \pm 3,68
Terciários	12,2 \pm 3,41	20,99 \pm 4,69	3,3 \pm 1,35	5,55 \pm 2,06
Quaternários	2,3 \pm 0,77	4,05 \pm 1,14	0,2 \pm 0,13	0,18 \pm 0,12

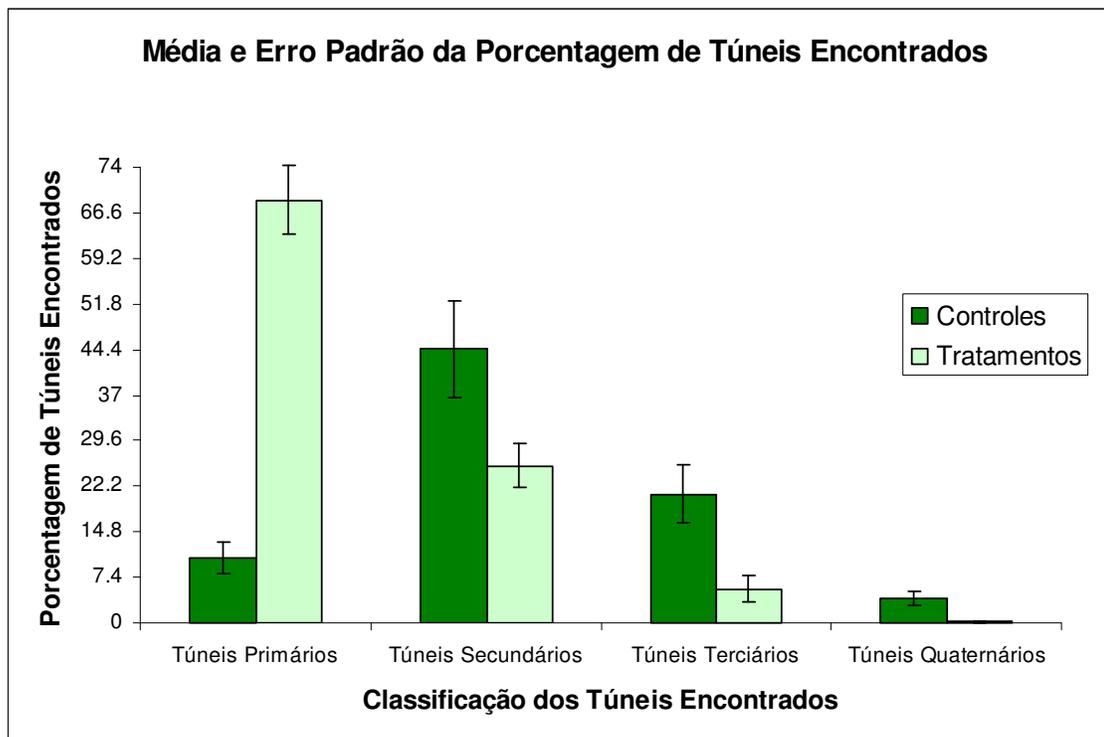


Figura 41 - Média e erro padrão da porcentagem de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença do túnel pré-existente) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi*.

Após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls, pode-se constatar que o número de **túneis primários** construídos pelos cupins nos tratamentos (com a pista física) foi estatisticamente maior se comparado ao número obtido para os controles ($R_{\text{controles}} = 5,50$; $R_{\text{tratamentos}} = 15,50$; $H = 14,4377$; $p = 0,0002$), evidenciando um comportamento de tunelamento inicial mais vigoroso na presença de um túnel pré-existente. Quando foram comparadas as porcentagens desses túneis para os controles e tratamentos, os resultados obtidos foram os mesmos. Com relação ao número de **túneis secundários** ($H = 1,1234$; $p = 0,2892$) e **terciários** ($H = 3,3214$; $p = 0,0684$) construídos nos controles e tratamentos, não foi observada nenhuma diferença estatística. Porém, quando foram comparadas as porcentagens de ocorrência desses túneis, verificou-se que ambos os tipos de túneis foram mais frequente nos controles do que nos tratamentos (**secundários**: $R_{\text{controles}} = 13,30$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,70$; $H = 4,4834$; $p = 0,0343$ e **terciários**: $R_{\text{controles}} = 13,20$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,80$; $H = 4,1657$; $p = 0,0412$). Já os **túneis quaternários** apresentaram-se mais frequentes nos controles do que nos tratamentos tanto em número

($R_{\text{controles}} = 13,60$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,40$; $H = 5,5163$; $p = 0,0191$) quanto em porcentagem ($R_{\text{controles}} = 13,70$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,30$; $H = 5,8514$; $p = 0,0156$).

Por outro lado, quando foram comparados o número e a porcentagem de cada tipo de túnel para os controles e tratamentos, verificou-se que, para os **túneis primários** obtidos nos controles, o número foi estatisticamente diferente da porcentagem calculada ($R_{\text{número}} = 7,40$; $R_{\text{porcentagem}} = 13,60$; $H = 5,5541$; $p = 0,0191$). Fato semelhante foi observado para esse tipo de túnel nos tratamentos ($R_{\text{número}} = 6,40$; $R_{\text{porcentagem}} = 14,60$; $H = 9,6129$; $p = 0,0019$). Com relação aos **túneis secundários** presentes nos controles, pode-se perceber que o número também foi estatisticamente diferente da porcentagem encontrada ($R_{\text{número}} = 7,40$; $R_{\text{porcentagem}} = 13,60$; $H = 5,4956$; $p = 0,0191$), resultados bastante semelhantes àqueles correspondentes aos tratamentos ($R_{\text{número}} = 7,90$; $R_{\text{porcentagem}} = 13,10$; $H = 3,8745$; $p = 0,0494$). Já para os **túneis terciários** obtidos nos controles ($H = 2,5219$; $p = 0,1123$) e nos tratamentos ($H = 0,4141$; $p = 0,5199$) não foi constatada nenhuma diferença significativa entre o número e a porcentagem encontrada. O mesmo pode ser dito para os **túneis quaternários** (**controles:** $H = 1,0430$; $p = 0,3071$; **tratamentos:** $H = 0,0229$; $p = 0,8798$).

Pela medição de todos os túneis construídos, verificou-se que a distância total média explorada pelos cupins (comprimento total da rede de túneis) para os controles foi menor (133,45 cm) se comparada àquela obtida para os tratamentos (139,26 cm). Porém, após análises estatísticas, não foi constatada nenhuma diferença significativa entre essas distâncias nos controles e tratamentos ($H = 0,0514$; $p = 0,8206$).

Com relação ao comprimento total de cada tipo de túnel encontrado (Fig. 42), pode-se observar que os **túneis primários** construídos nos tratamentos foram mais extensos do que aqueles presentes nos controles. Já quando comparou-se o comprimento total dos demais túneis (**secundários**, **terciários** e **quaternários**), verificou-se que os controles apresentaram maior média de comprimento em relação aos tratamentos.

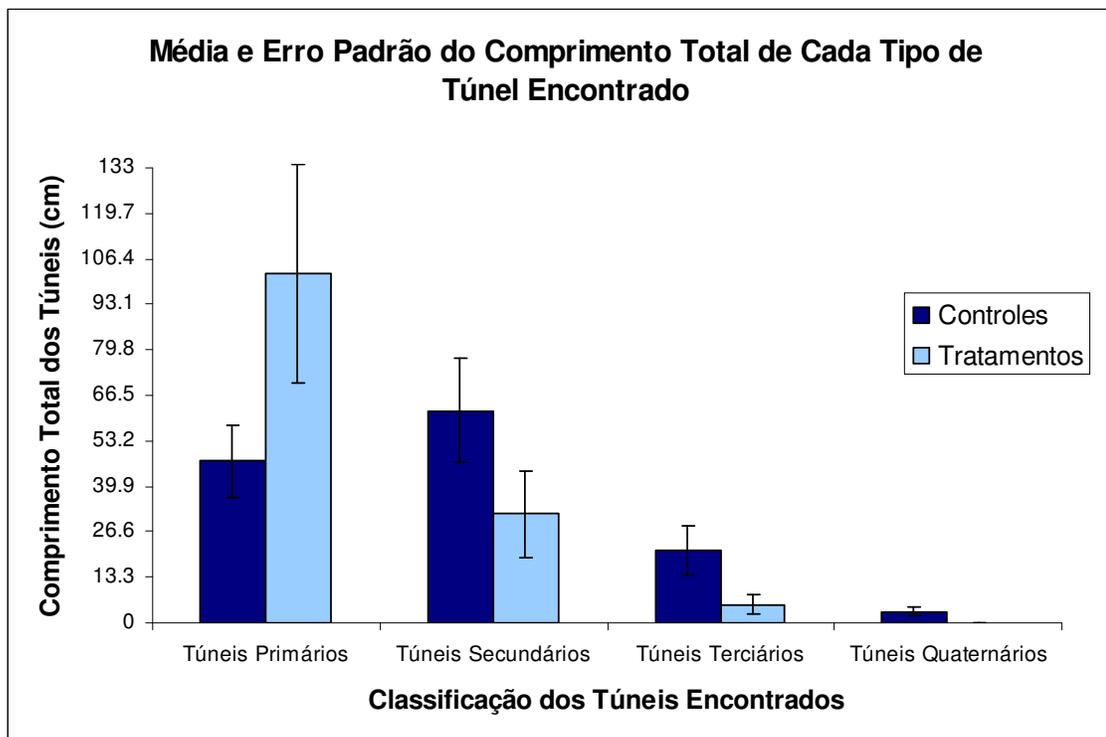


Figura 42 - Média e erro padrão do comprimento total de cada tipo de túnel encontrado nos controles e nos tratamentos (presença do túnel pré-existente) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi*.

Porém, após a execução do teste de Kruskal-Wallis, não foi constatada nenhuma diferença significativa entre os comprimentos totais dos **túneis primários** ($H = 0,9657$; $p = 0,3258$) construídos nos controles e tratamentos. Fato semelhante foi observado para os **túneis secundários** ($H = 0,9657$; $p = 0,3258$) e **terciários** ($H = 0,9657$; $p = 0,3258$) presentes nos controles e tratamentos. Com relação aos **túneis quaternários** construídos, verificou-se que aqueles presentes nos controles apresentaram maior comprimento total se comparados àqueles observados nos tratamentos ($R_{\text{controles}} = 13,70$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,30$; $H = 5,8514$; $p = 0,0156$).

Apesar de algumas análises estatísticas não evidenciarem diferenças significativas entre controles e tratamentos com relação à quantidade e ao comprimento total dos túneis construídos, por meio da comparação entre os controles (Fig. 43-A e 43-B) e os tratamentos (Fig. 43-C e 43-D), fica bastante evidente que o padrão de tunelamento encontrado nessas situações experimentais foi diferente. Além disso, verificou-se que os indivíduos forrageiros disseminaram sua rede de tunelamento principalmente por meio de túneis primários, os quais

foram construídos tendo como ponto de partida o túnel pré-existente (Fig. 43-C e 43-D).

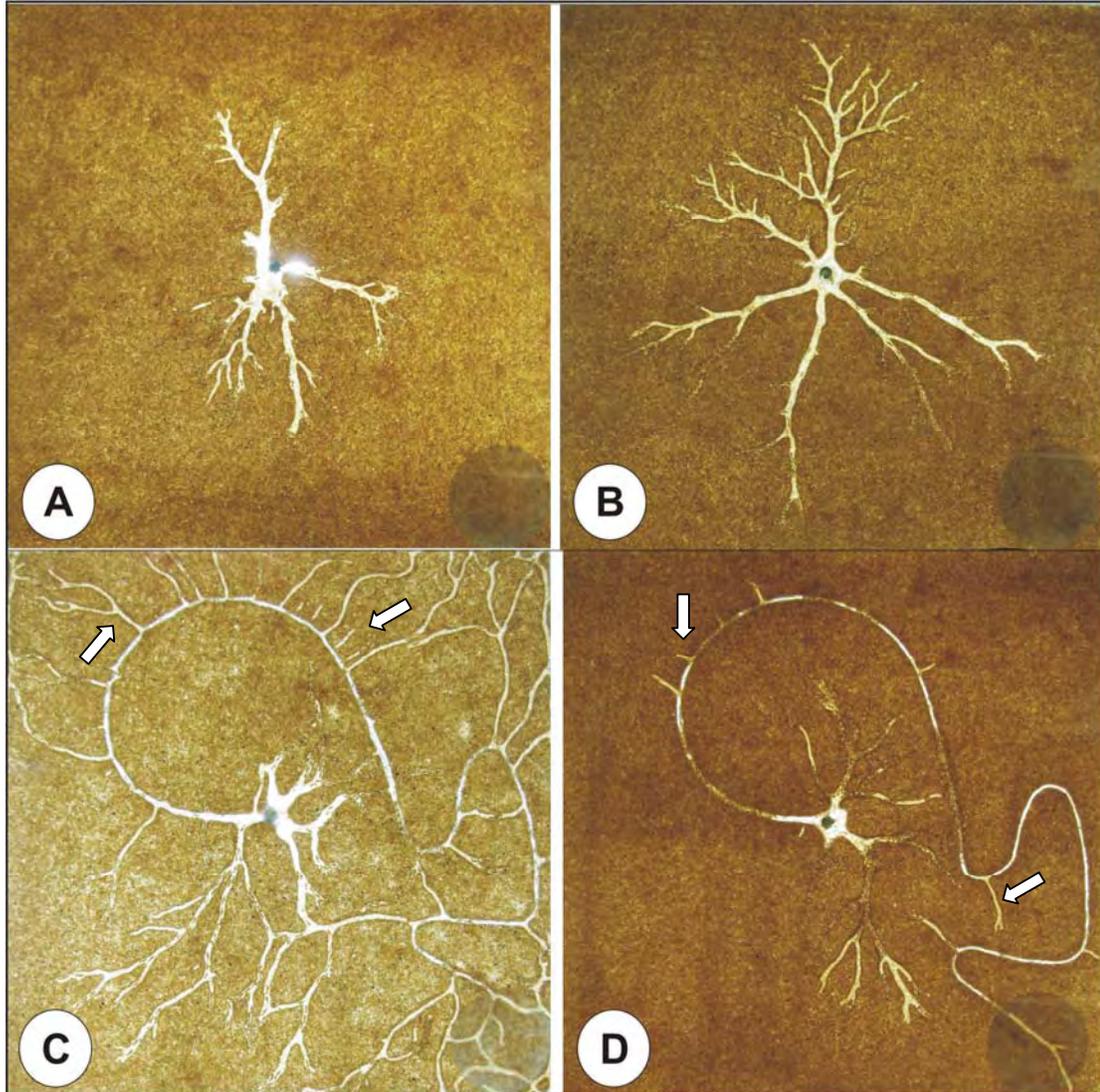


Figura 43 - Exemplos de padrões de tunelamento exibidos pelos forrageiros de *C. gestroi*. **A e B** = Controles; **C e D** = Tratamentos. As **setas** indicam alguns pontos nos quais os túneis foram construídos partindo do túnel pré-existente.

4.5.3 - Presença de túnel pré-existente contendo três soldados recém-mortos simulando uma exploração anterior por outra espécie de cupim (pistas física, química e biológica)

4.5.3.1 - *Coptotermes gestroi*

Os indivíduos forrageiros construíram uma série de túneis ramificados nas arenas de tunelamento, sendo que quatro tipos de túneis foram registrados (primário, secundário, terciário e quaternário), de acordo com a classificação proposta por Hedlund & Henderson (1999).

Os resultados correspondentes ao número e à porcentagem de túneis construídos por *C. gestroi* em cada repetição estão descritos nas Tabelas LXIII e LXIV e ilustrados nas Figuras 44 e 45). Pelos dados apresentados pode-se perceber que a maior quantidade de túneis presentes nos controles foi do tipo **secundário** (44,45%). Já nos tratamentos, o tipo de túnel com maior ocorrência foi o **primário** (63,70%).

Pela observação da Figura 44, a qual compara o número de túneis construídos pelos cupins nas arenas bidimensionais, pode-se verificar que os **túneis primários** ocorreram com maior frequência quando a pista física estava presente (tratamentos). Já os demais tipos de túneis (**secundários, terciários e quaternários**) foram mais frequentes nos controles do que nos tratamentos. Fato semelhante foi observado com relação aos resultados referentes à porcentagem de túneis construídos ao final do período de experimentação (Fig. 45).

Após a execução dos testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls, pode-se constatar que o número de **túneis primários** construídos pelos cupins nos tratamentos (com as pistas) foi estatisticamente maior se comparado ao número obtido para os controles ($R_{\text{controles}} = 6,70$; $R_{\text{tratamentos}} = 14,30$; $H = 8,4418$; $p = 0,0041$), evidenciando um comportamento de tunelamento inicial mais vigoroso na presença de um túnel pré-existente. Quando foram comparadas as porcentagens desses túneis para os controles e tratamentos, os resultados obtidos foram semelhantes ($R_{\text{controles}} = 5,70$; $R_{\text{tratamentos}} = 15,30$; $H = 13,1756$; $p = 0,0003$). Com relação aos **túneis secundários**, pode-se verificar que eles foram mais frequentes nos controles do que nos tratamentos tanto em número ($R_{\text{controles}} = 13,55$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,45$; $H = 5,3438$; $p = 0,0211$) quanto em porcentagem ($R_{\text{controles}} = 13,10$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,90$; $H =$

3,8629; $p = 0,0494$). Fato semelhante foi observado quando comparou-se o número ($R_{\text{controles}} = 13,85$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,15$; $H = 6,4225$; $p = 0,0113$) e a porcentagem de ocorrência ($R_{\text{controles}} = 13,70$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,30$; $H = 5,8514$; $p = 0,0156$) dos **túneis terciários**. Finalmente, os **túneis quaternários** também apresentaram-se mais frequentes nos controles do que nos tratamentos tanto em número ($R_{\text{controles}} = 13,65$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,35$; $H = 5,6914$; $p = 0,0173$) quanto em porcentagem ($R_{\text{controles}} = 13,35$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,65$; $H = 4,6414$; $p = 0,0312$).

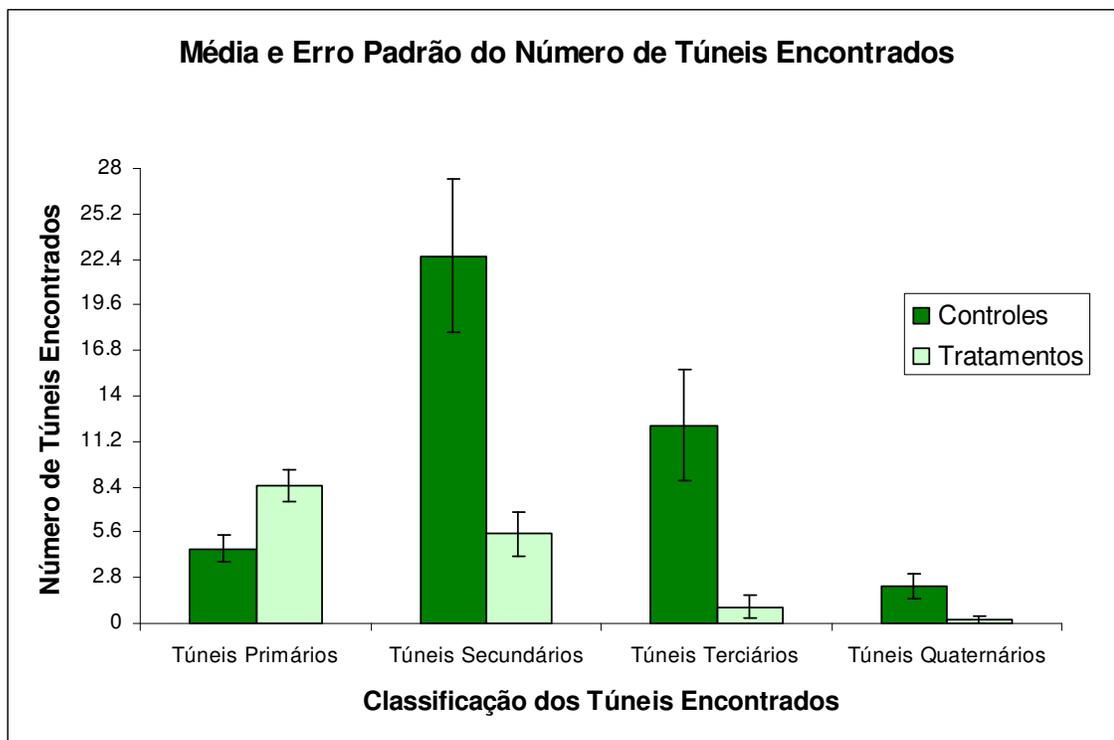


Figura 44 - Média e erro padrão do número de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença do túnel pré-existente com soldados de *H. tenuis*) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi*.

Tabela LXIII - Número e porcentagem de túneis construídos por *C. gestroi* em cada uma das repetições (controles e tratamentos) após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de um túnel pré-existente contendo soldados de *H. tenius*.

Repetição	CONTROLES										TRATAMENTOS									
	Número de Túneis					Porcentagem de Túneis					Número de Túneis					Porcentagem de Túneis				
	1ários	2ários	3ários	4ários		1ários	2ários	3ários	4ários		1ários	2ários	3ários	4ários		1ários	2ários	3ários	4ários	
1	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6	13	7	2	21,43	46,43	25,00	7,14		
2	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8	4	0	0	66,67	33,33	0,00	0,00		
3	6	32	19	3	10,00	53,33	31,67	5,00			4	0	0	0	100,0	0,00	0,00	0,00		
4	7	32	11	1	13,72	62,74	21,57	1,96			9	3	0	0	75,00	25,00	0,00	0,00		
5	5	31	30	8	6,76	41,89	40,54	10,81			13	3	0	0	81,25	18,75	0,00	0,00		
6	5	35	19	3	8,06	56,45	30,64	4,84			7	3	0	0	70,00	30,00	0,00	0,00		
7	6	19	1	0	23,08	73,08	3,85	0,00			8	12	2	0	36,36	54,54	9,09	0,00		
8	6	13	5	2	23,08	50,00	19,23	7,69			7	5	0	0	58,33	41,67	0,00	0,00		
9	5	20	12	2	12,82	51,28	30,77	5,13			14	8	0	0	63,64	36,36	0,00	0,00		
10	6	44	25	4	7,59	55,77	31,65	5,06			9	4	1	0	64,29	28,57	7,14	0,00		

Tabela LXIV - Médias do número e da porcentagem \pm erro padrão (E.P.) de túneis construídos por *C. gestroi* nos controles e tratamentos após o período experimental (24 horas) referente ao comportamento de tunelamento frente à presença de um túnel pré-existente contendo soldados de *H. tenius*.

Tipo de Túnel	CONTROLES		TRATAMENTOS	
	Número de Túneis	Porcentagem	Número de Túneis	Porcentagem
Primários	4,6 \pm 0,79	10,51 \pm 2,54	8,5 \pm 0,96	63,70 \pm 6,96
Secundários	22,6 \pm 4,70	44,45 \pm 7,84	5,5 \pm 1,33	31,46 \pm 4,82
Terciários	12,2 \pm 3,41	20,99 \pm 4,69	1,0 \pm 0,70	4,12 \pm 2,56
Quaternários	2,3 \pm 0,77	4,05 \pm 1,14	0,2 \pm 0,20	0,71 \pm 0,71

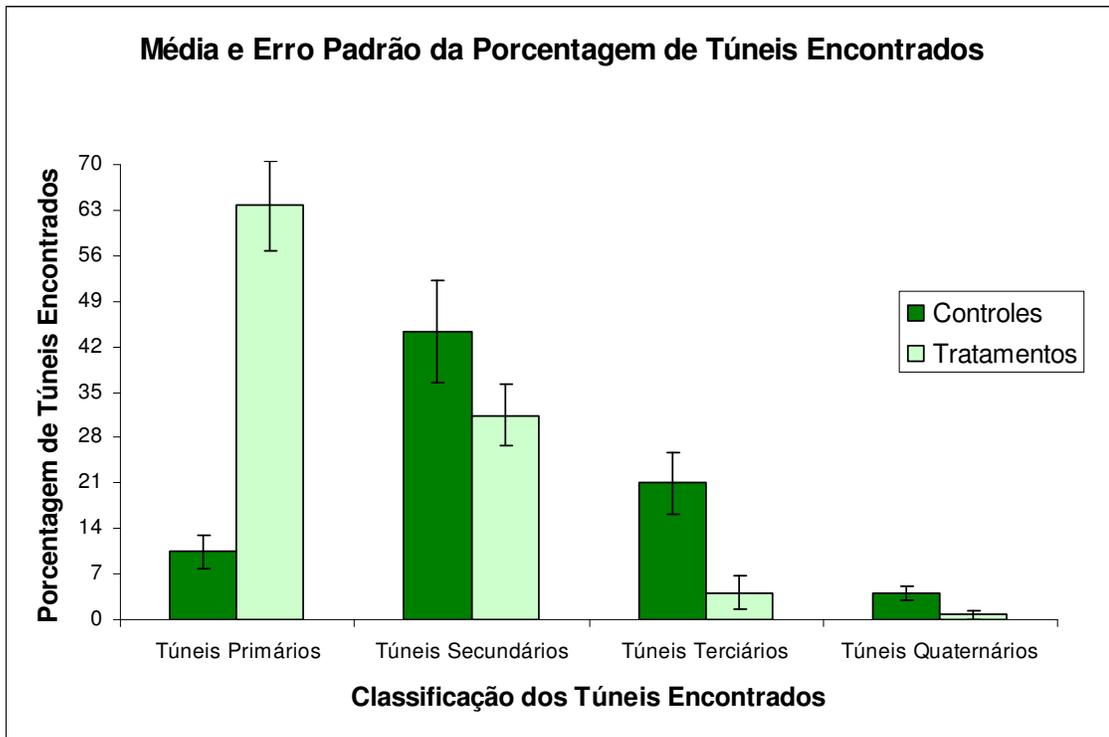


Figura 45 - Média e erro padrão da porcentagem de túneis encontrados nos controles e nos tratamentos (presença do túnel pré-existente com soldados de *H. tenuis*) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi*.

Pela medição de todos os túneis construídos, verificou-se que a distância total média explorada pelos cupins (comprimento total da rede de túneis) para os controles foi maior (133,45 cm) se comparada àquela obtida para os tratamentos (48,04 cm). Esses resultados foram comprovados após as análises estatísticas empregadas: $R_{\text{Controles}} = 13,20$; $R_{\text{Tratamentos}} = 7,80$; $H = 4,1657$; $p = 0,0412$. Com relação ao comprimento total de cada tipo de túnel encontrado (Fig. 46), pode-se observar que os comprimentos totais de todos os tipos de túneis (**primários**, **secundários**, **terciários** e **quaternários**) construídos pelos cupins nos controles foram maiores do que aqueles constatados para os tratamentos.

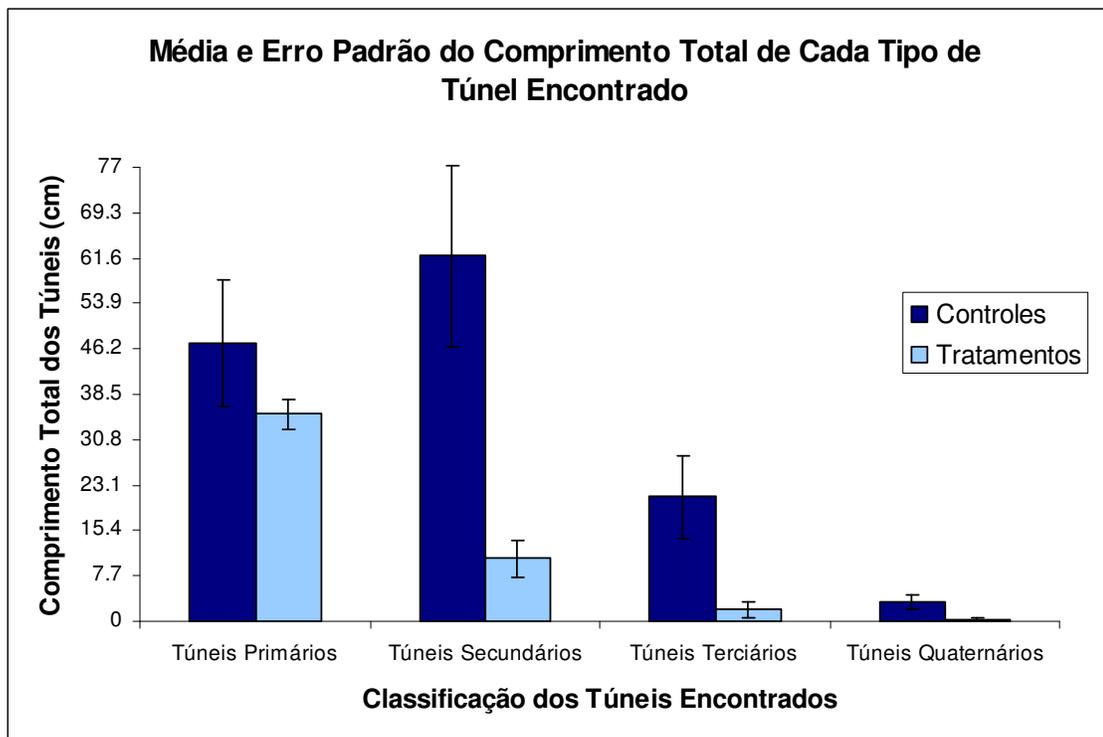


Figura 46 - Média e erro padrão do comprimento total de cada tipo de túnel encontrado nos controles e nos tratamentos (presença do túnel pré-existente com soldados de *H. tenuis*) após o período experimental referente ao experimento de tunelamento da espécie *C. gestroi*.

Após a execução do teste de Kruskal-Wallis, não foi constatada nenhuma diferença significativa entre os comprimentos totais dos **túneis primários** ($H = 0,5714$; $p = 0,4497$) construídos nos controles e tratamentos. Porém, os **túneis secundários** presentes nos controles apresentaram maior comprimento total se comparados aos tratamentos ($R_{\text{controles}} = 13,40$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,60$; $H = 4,8057$; $p = 0,0284$). Fato semelhante também foi observado para os **túneis terciários** ($R_{\text{controles}} = 13,80$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,20$; $H = 6,2229$; $p = 0,0126$) e **quaternários** ($R_{\text{controles}} = 13,55$; $R_{\text{tratamentos}} = 7,45$; $H = 5,3157$; $p = 0,0211$). Apesar de algumas análises estatísticas não evidenciarem diferenças significativas entre controles e tratamentos com relação à quantidade e ao comprimento total dos túneis construídos, por meio da comparação entre os controles (Fig. 47-A e 47-B) e os tratamentos (Fig. 47-C e 47-D), fica bastante evidente que o padrão de tunelamento encontrado nessas situações experimentais foi diferente. Além disso, verificou-se que os indivíduos forrageiros construíram túneis evitando a passagem pelos locais onde os soldados de outra espécie foram colocados (Fig. 47-C e 47-D).

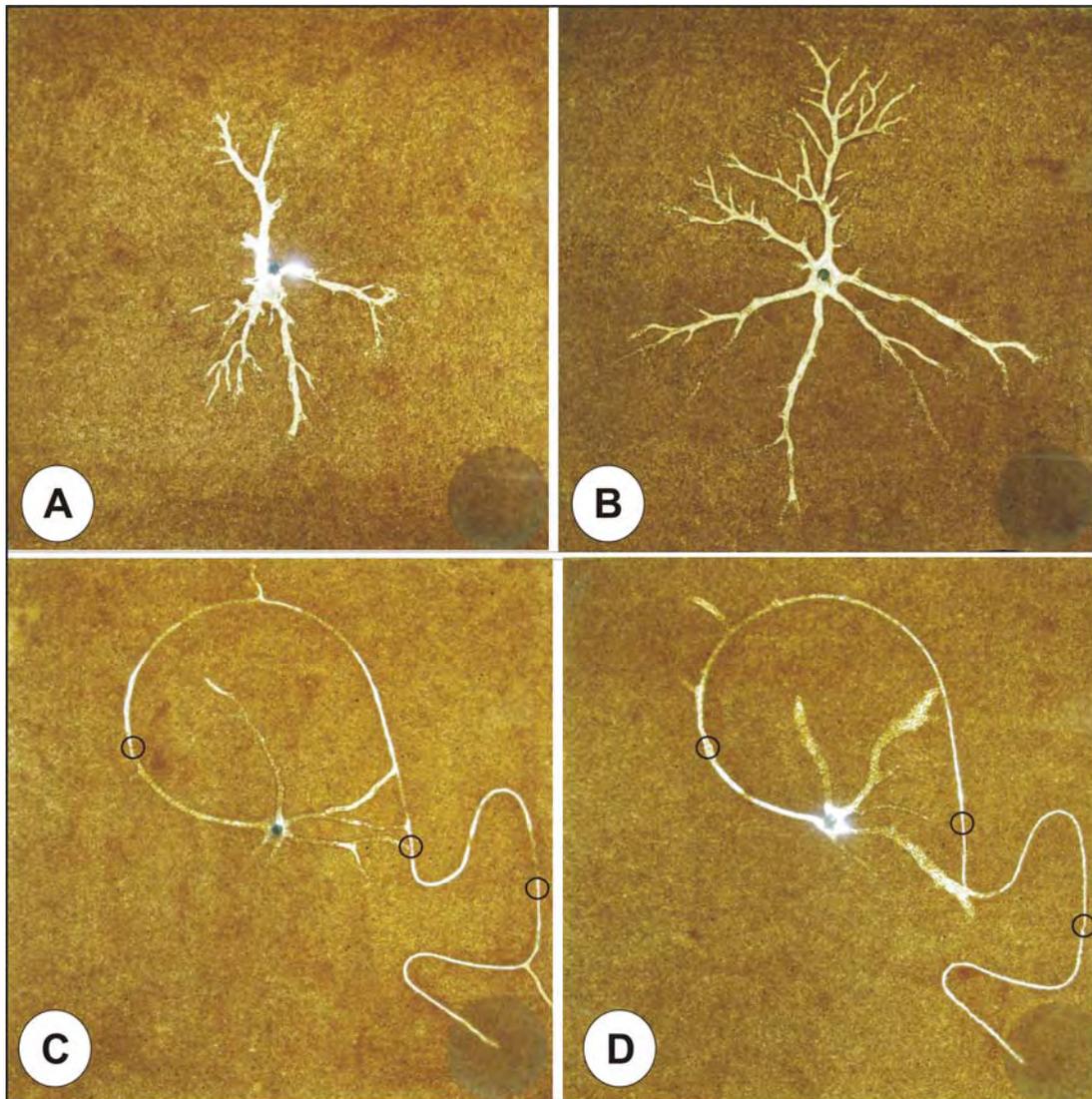


Figura 47 - Exemplos de padrões de tunelamento exibidos pelos forrageiros de *C. gestroi*. **A e B** = Controles; **C e D** = Tratamentos. Os **círculos** indicam os locais onde os soldados de *H. tenuis* foram previamente colocados.

4.6 - Comportamento de Tunelamento em Solos com Umidades Heterogêneas Separadas por Barreira Física

4.6.1 - *Coptotermes gestroi*

Os indivíduos forrageiros construíram uma série de túneis ramificados nas arenas de tunelamento, sendo que quatro tipos de túneis foram registrados

(primário, secundário, terciário e quaternário), de acordo com a classificação proposta por Hedlund & Henderson (1999).

Os resultados correspondentes ao número e à porcentagem de túneis construídos por *C. gestroi* em cada repetição estão ilustrados nas Figuras 48 e 49. Pelos dados apresentados pode-se perceber que a maior quantidade de túneis presentes em todas as situações experimentais (controle com baixa umidade, controle com alta umidade e tratamento com barreira física) foi do tipo **secundário** (58,59%, 61,31% e 60,38%, respectivamente).

Pela observação da Figura 48, a qual compara o número de túneis construídos pelos cupins nas arenas bidimensionais, pode-se verificar que os **túneis primários, secundários e terciários** ocorreram com maior frequência nos controles com baixa umidade. Já os **quaternários** foram um pouco mais frequentes nos tratamentos em comparação com os dois controles. Porém, com relação aos resultados referentes à porcentagem de túneis construídos ao final do período de experimentação (Fig. 49), observou-se que os **túneis primários, secundários e quaternários** foram mais frequentes nos controles com maior umidade. Já os **terciários** ocorreram em maior porcentagem nos controles com baixa umidade.

Observando os registros fotográficos dos tratamentos (após 24 horas de tunelamento) foi possível observar que os indivíduos forrageiros conseguiram chegar até a barreira de pedras somente em uma das repetições executadas. Devido ao ocorrido, optou-se por deixá-los por mais 24 horas na arena de tunelamento (tempo total de experimentação igual a 48 horas). Porém, os resultados obtidos não puderam ser comparados aos controles, uma vez que o período experimental não foi o mesmo para os controles e tratamentos.

No entanto, alguns pontos relevantes podem ser destacados a partir das fotografias capturas: ao se depararem com a barreira física, os indivíduos forrageiros modificaram a direção de tunelamento, e permaneceram construindo sua rede de túneis no substrato cuja umidade era mais baixa (retornando em direção ao seu ponto de saída). Em nenhuma das repetições executadas os indivíduos ultrapassaram a barreira de pedras, apesar de ela ser constituída de partículas facilmente removíveis pelos insetos.

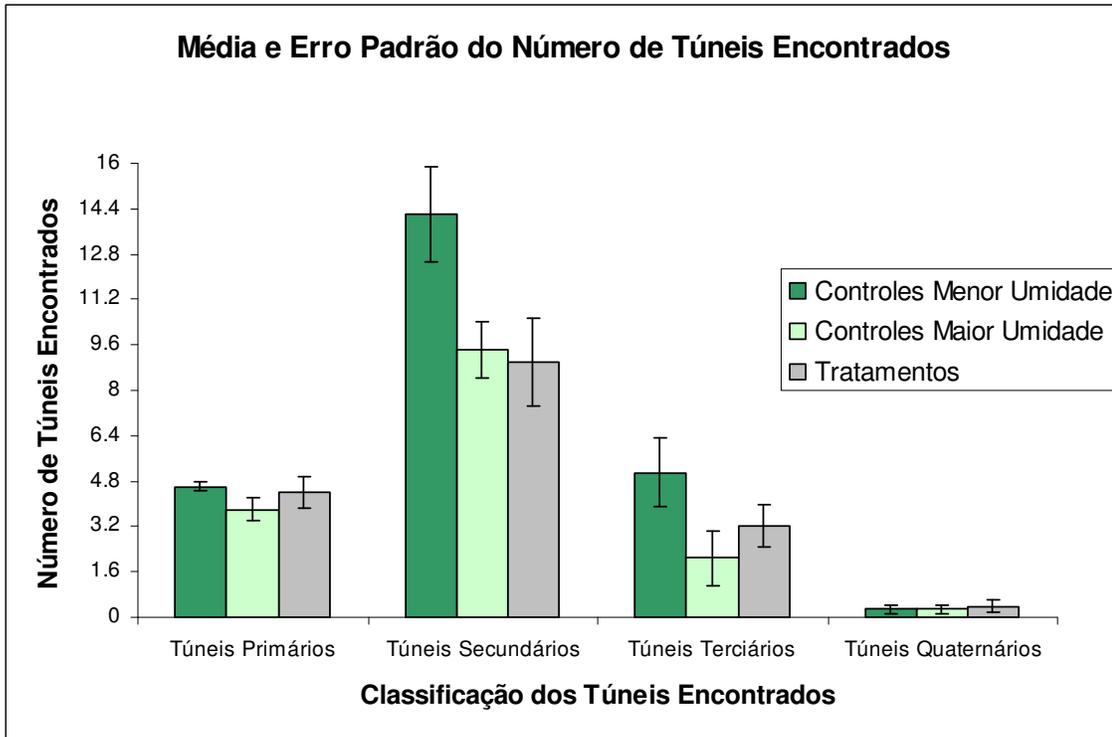


Figura 48 - Média e erro padrão do número de túneis encontrados nos controles (baixa e alta umidade) e nos tratamentos (presença de uma barreira física separando os substratos mais ou menos umedecidos) após o período experimental referente ao tunelamento da espécie *C. gestroi*.

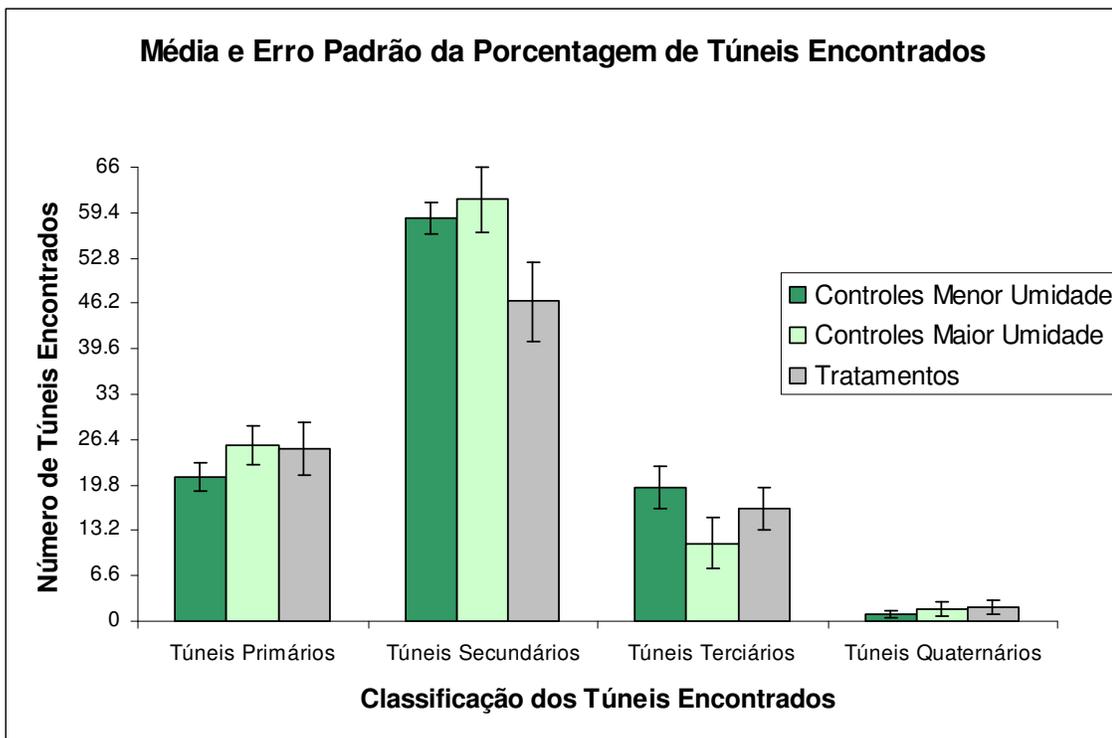
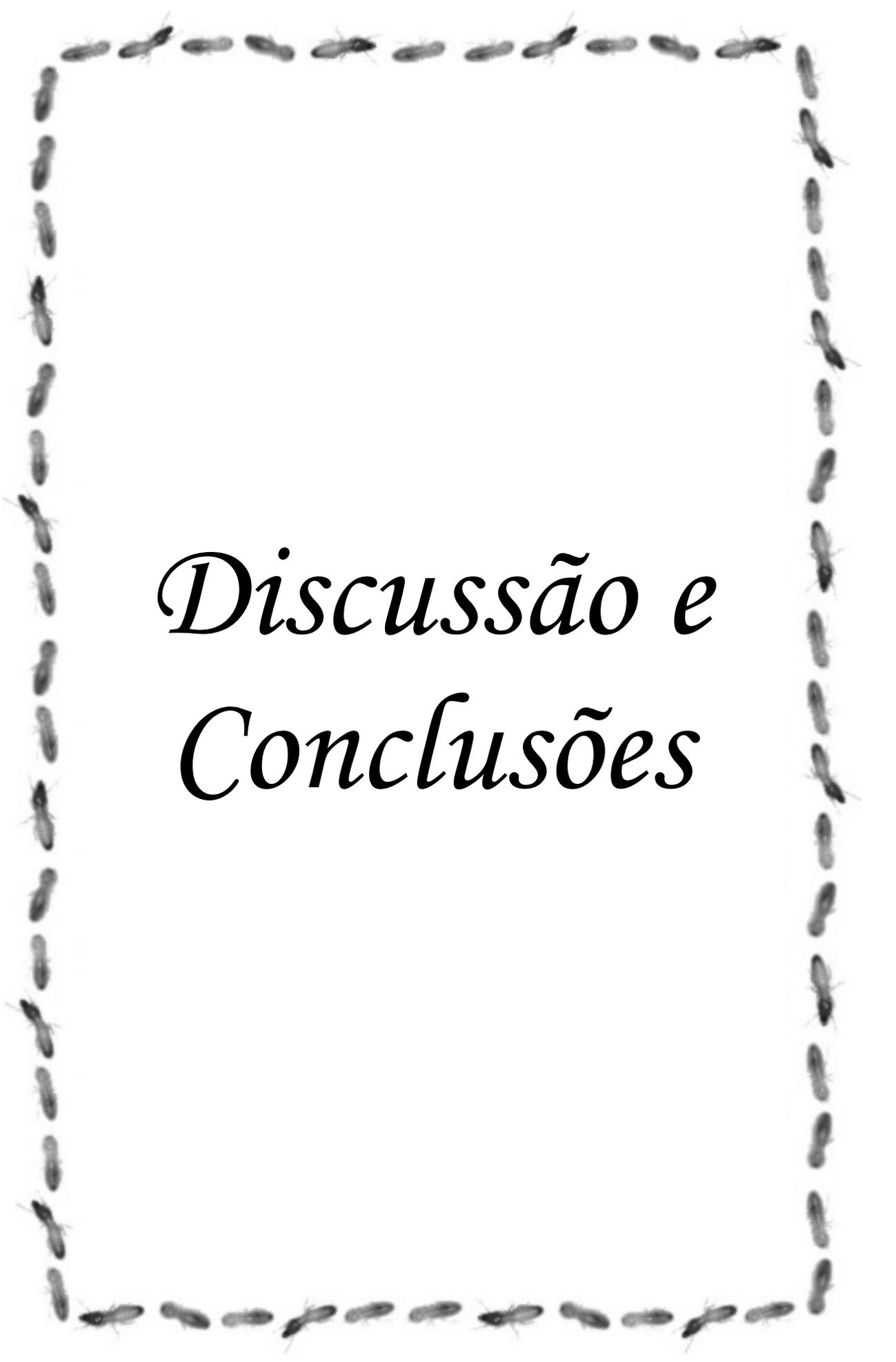


Figura 49 - Média e erro padrão da porcentagem de túneis encontrados nos controles (baixa e alta umidade) e nos tratamentos (presença de uma barreira física separando os substratos mais ou menos umedecidos) após o período experimental referente ao tunelamento da espécie *C. gestroi*.



*Discussão e
Conclusões*

5 – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

De acordo com Rojas & Morales-Ramos (2001) a preferência alimentar de *Coptotermes formosanus* parece ser determinada pelo valor nutricional do recurso. Se isso for verdade para as demais espécies de cupins, então as preferências alimentares dos forrageiros podem seguir a teoria de forrageamento ótimo, que diz que os animais escolhem seu alimento de acordo com suas necessidades nutricionais (EMLEN, 1973) a fim de otimizar seu “fitness” (KREBS, 1978). Para que isso ocorra, é necessária a exploração do ambiente, por meio da construção de túneis e galerias, visando a localização de recursos (GRACE & CAMPORA, 2005). Uma vez localizado(s), o consumo do(s) alimento(s) só é consolidado após uma árdua inspeção por parte dos forrageiros, já que nem todas as fontes são aceitas.

De acordo com Lenz (1994), os cupins são capazes de avaliar o volume de uma fonte alimentar de várias maneiras. No caso de alimentos com pequenas dimensões, enterrados parcial ou totalmente, ou disponíveis na superfície (refletindo as condições experimentais em laboratório), é necessário que parte dos forrageiros caminhem ou estabeleçam trilhas e galerias por toda a superfície do material para que o seu volume seja percebido. O mesmo autor relata também a existência de um limiar de percepção para que os indivíduos percebam variações no tamanho dos recursos, além da maneira como eles são apresentados. Em vista disso é que foi proposto o bioensaio de exploração de recursos alimentares variando a maneira com que eles são apresentados, já que a maioria das pesquisas recentes não leva em consideração esse tipo de influência sobre as preferências alimentares dos

rinotermitídeos. Portanto, os resultados obtidos nesse experimento serviram como subsídios para os demais bioensaios executados nessa pesquisa.

Segundo Waller *et al.* (1990), a preferência alimentar de cupins é frequentemente avaliada pela diferença do consumo do alimento no campo ou em testes laboratoriais de escolha. Segundo os mesmos autores, o consumo é mensurado pela quantidade de biomassa removida, porcentagem de madeira consumida ou grau de dano avaliado em categorias arbitrárias. Porém, não está claro qual dessas medidas reflete mais precisamente a diferença de consumo quando se testa madeiras que apresentam características físicas distintas, como, por exemplo, densidades diferentes.

Behr *et al.* (1972) concluíram que os cupins preferem madeiras de baixa densidade porque eles consomem porcentagens menores de blocos de madeiras mais densas. Contudo, de acordo com Waller *et al.* (1990), os referidos autores não atentaram para o fato de que, se os cupins consumirem quantidades similares de biomassa de blocos com densidades diferentes, eles inevitavelmente removerão uma grande porcentagem da madeira menos densa. Por outro lado, medidas de biomassa ingerida também podem ser errôneas, a menos que se use apenas para testes de substratos idênticos em tamanho e densidade, e diferentes apenas quimicamente, tal como extratos aplicados sobre papel filtro (CARTER *et al.*, 1983).

Waller *et al.* (1990) também comentam que, se os cupins removem volumes iguais de alimentos com diferentes densidades, eles inevitavelmente consumirão grande biomassa de blocos mais densos, no caso de regularem o tamanho da sua comida de acordo com o volume de alimento ingerido. Esses mesmos autores observaram que *C. formosanus* prefere madeira natural à compensada, tanto em experimentos com escolha como em testes sem escolha. Eles definiram a preferência de acordo com a porcentagem de madeira consumida. Porém, quando se definiu a preferência como a quantidade de biomassa consumida, não foi observada nenhuma diferença. Portanto, ainda segundo esses autores, a conclusão é inteiramente dependente da variável escolhida para a verificação da preferência alimentar.

Trabalhos prévios avaliaram a preferência alimentar dos Isoptera pela porcentagem de biomassa consumida (BEHR *et al.*, 1972), da biomassa total consumida (HOWICK, 1975; CARTER *et al.*, 1983), pelo volume e biomassa removida (SCHULTZE-DEWITZ, 1960a, b, c) ou pelo grau de dano utilizando-se

escalas arbitrárias (BULTMAN & SOUTHWELL, 1976; BULTMAN *et al.*, 1979). No entanto, as conclusões baseadas nessas mensurações distintas podem nem sempre estar coerentes, não sendo corretas se utilizadas inapropriadamente. Quando se testa substratos com densidades diferentes, a medida mais apropriada para avaliar a preferência deve levar em consideração como os cupins regulam sua alimentação e se eles baseiam seu consumo no volume ou na biomassa do alimento a ser ingerido (WALLER *et al.*, 1990).

Em vista do exposto, observa-se que existem várias possibilidades para avaliação de consumo, fazendo-se necessária a análise e comparação de diferentes métodos a fim de se obter resultados satisfatórios e coerentes. Na presente pesquisa optou-se por observar o consumo pela porcentagem de biomassa removida, uma vez que os blocos de *Pinus elliottii* oferecidos foram moldados de maneira a apresentar as mesmas dimensões (27cm^3), porém apresentando, em alguns casos, massas e densidades variáveis devido à presença ou ausência de pontos resinados. Uma vez que a umidade é um fator que pode determinar a preferência alimentar dos Isoptera, em todas as câmaras que continham um bloco de madeira adicionou-se uma matriz de areia esterilizada cuja umidade foi padronizada.

A partir dos resultados obtidos para os bioensaios correspondentes à exploração de recursos alimentares com diferentes formas de apresentação, pode-se verificar que a maneira preferida por *C. gestroi* e *H. tenuis* foi a mesma; ambas as espécies exibiram uma tendência a escolher o alimento completamente enterrado no substrato. Embora as porcentagens de consumo não tenham sido estatisticamente diferentes, a taxa de recrutamento de operários e soldados foi estatisticamente maior para essa forma de apresentação do alimento (Figs. 10 e 12; Tabelas II, VI e VII). Esses resultados sugerem que, quando os cupins subterrâneos encontram recursos alimentares dentro do substrato no qual eles constroem sua rede de túneis, eles tendem a concentrar seus esforços nesses alimentos. Dessa forma, eles evitam uma exposição desnecessária ao ambiente externo, na superfície do solo. Outro fato que precisa ser mencionado é que o alimento totalmente enterrado ofereceu todas as suas superfícies (54 cm^2) para o ataque dos cupins, enquanto que o alimento parcialmente enterrado só possuía metade dessa superfície (27 cm^2) em contato com o solo. Já aquele que foi colocado na superfície tinha uma área de contato direto com o substrato ainda menor (9 cm^2). Assim sendo, a provável preferência

pelo alimento completamente enterrado também pode ser explicada pelo fato deste apresentar uma maior área superficial diretamente para os cupins em comparação aos alimentos parcialmente enterrados ou colocados na superfície do substrato.

De acordo com Delaplane & La Fage (1989c) e Delaplane (1991), madeira úmida foi mais atrativa à espécie *C. formosanus* do que madeira seca. Isso pode explicar a preferência dos cupins subterrâneos pelo alimento completamente enterrado, uma vez que a matriz de areia usada como substrato nesses experimentos era umedecida. É provável que essa umidade tenha sido transferida mais rapidamente para os blocos cuja área em contato com o solo era maior. Além disso, o alimento totalmente enterrado manteve mais a sua umidade do que as outras formas de colocação do alimento aqui testadas devido ao fato de não apresentar áreas expostas ao ambiente externo.

Os resultados referentes à correlação de Spearman mostraram que um menor número de indivíduos forrageiros recrutados apresentou correlação positiva com a menor porcentagem de consumo do alimento obtida para *C. gestroi* (Tabelas III e IV). Adicionalmente, a maior taxa de consumo de *H. tenuis* também apresentou correlação positiva com o maior número de indivíduos recrutados (Tabelas VIII e IX), ou seja, quanto mais indivíduos foram encontrados numa determinada câmara alimentar, maior foi o consumo do seu respectivo alimento. Resultados similares foram observados para os recrutamentos e consumos intermediários. Pesquisas anteriores demonstraram que *C. gestroi* é mais agressivo e competente em ocupar territórios quando comparado a *H. tenuis* (LIMA & COSTA-LEONARDO, 2006). No presente estudo as porcentagens de consumo de cada bloco de madeira observadas para ambos os cupins mostraram que *C. gestroi* consumiu mais alimento do que *H. tenuis* quando os alimentos estavam parcialmente enterrados no substrato (Tabela X). Tais resultados sugerem que *C. gestroi*, em determinadas situações experimentais, consome as fontes alimentares disponíveis mais rapidamente, mesmo quando o recrutamento de operários é o mesmo para ambas as espécies. Esse fato confirma a voracidade de *C. gestroi* e seu “status” de praga que causa danos severos em áreas urbanas do estado de São Paulo (FONTES, 1995; COSTA-LEONARDO, 2002, 2008; COSTA-LEONARDO *et al.*, 2007). Além disso, a maior biomassa corpórea de *C. gestroi* em relação a *H. tenuis* pode explicar as diferenças das taxa de consumo durante o mesmo período experimental (SU & LA FAGE,

1984). Essa pode ser outra vantagem que a espécie introduzida leva perante à espécie nativa quando ambas competem por um território de forrageamento.

Esenther (1979) e French *et al.* (1986) destacaram que as melhores condições sociais e nutricionais em estudos de laboratório são aquelas que simulam com maior precisão o que acontece em colônias naturais. Porém, muitos fatores influenciam a escolha do alimento pelos cupins subterrâneos na natureza, incluindo a disponibilidade de recursos presentes em diferentes habitats (LENZ *et al.*, 2009). Segundo esses autores, a espécie de cupim *Reticulitermes flavipes* altera sua taxa de consumo alimentar de acordo com o tamanho do recurso disponível para a colônia.

Delaplane & La Fage (1987) realizaram pesquisas laboratoriais acerca do comportamento alimentar de *C. formosanus* e constataram que, quando indivíduos forrageiros encontram alimentos equivalentes, concentram seus esforços no primeiro alimento encontrado, ou seja, ocorre uma prioridade cronológica em relação à descoberta. Porém, pelos resultados obtidos nos bioensaios referentes à exploração de recursos alimentares equivalentes com *C. gestroi* e *H. tenuis*, essa prioridade cronológica não foi observada, uma vez que não foi constatada nenhuma diferença significativa na porcentagem de consumo dos primeiros alimentos encontrados pelos cupins em relação às demais fontes alimentares oferecidas.

Para ter certeza de que a posição do alimento não interferiu no consumo da madeira por parte dos cupins, foram realizadas análises estatísticas descritivas (gráficas) e inferenciais, as quais confirmaram que não houve diferença entre as quantidades de consumo obtidas para os quatro alimentos oferecidos, tanto para *C. gestroi* como *H. tenuis*.

A partir dos resultados obtidos pelo teste de correlação de Spearman para *C. gestroi* (Tabelas XV e XVI) verificou-se que todas as análises realizadas mostraram correlação positiva, isto é, a maior porcentagem de madeira consumida está correlacionada ao maior número de indivíduos presentes na câmara alimentar correspondente. Esses resultados comprovam que os soldados, apesar de não se alimentarem sozinhos, participam ativamente da busca de recursos alimentares por meio do recrutamento de operários. No entanto, são os operários que consomem a madeira e depois alimentam os demais membros da sociedade via trofalaxia.

Já para *H. tenuis* as análises de correlação mostraram que somente os alimentos posteriormente encontrados pelos cupins apresentaram correlação

positiva (Tabelas XVIII e XIX), isto é, a maior porcentagem de madeira consumida está correlacionada ao maior número de operários e de soldados presentes nas câmaras alimentares correspondentes. Não houve correlação nas câmaras que continham os primeiros alimentos encontrados pelos cupins porque, provavelmente, o número de indivíduos presentes nessas câmaras foi maior do que o consumo obtido, sugerindo que os indivíduos presentes não tiveram tempo para consumir uma quantidade de madeira condizente com tal recrutamento.

Comparando-se as porcentagens de consumo de cada bloco de madeira para as espécies *C. gestroi* e *H. tenuis* (Tabela XX), constatou-se que a primeira espécie consumiu mais alimento do que a segunda tanto para os primeiros alimentos encontrados pelos cupins como para os alimentos descobertos posteriormente. Novamente esses resultados sugerem que *C. gestroi* consome mais rapidamente as fontes celulósicas disponíveis, mesmo recrutando a mesma quantidade de operários e soldados que a espécie *H. tenuis* (Tabelas XXI e XXII).

Delaplane & La Fage (1989a) avaliaram a tenacidade do forrageamento de *C. formosanus* e *R. flavipes* pela porcentagem de massa seca consumida de uma fonte alimentar por esses cupins antes que eles começassem a forragear em outro alimento, e sugeriram que essa tenacidade varia entre as espécies. Esse fato permanece obscuro devido aos poucos estudos sobre o movimento dos forrageiros entre as fontes alimentares, o que gera dúvida se esses indivíduos se movem ao acaso ou mostram fidelidade ao alimento escolhido. De acordo com Su *et al.* (1984) e Su & Scherer (2003), não existe fidelidade aos locais de alimentação por parte dos cupins subterrâneos. Por outro lado, outros autores sugerem que os indivíduos expressam fidelidade às fontes alimentares encontradas (EVANS, 2002; LONG & THORNE, 2006).

Pelos resultados obtidos nos experimentos correspondentes à tenacidade do forrageamento de *C. gestroi*, pode-se verificar que houve diferença significativa entre as porcentagens de consumo dos alimentos disponíveis aos cupins tanto no Tratamento 1 como no Tratamento 2 (Figuras 21 e 25), bem como no recrutamento dos indivíduos para cada fonte alimentar correspondente ao Tratamento 1 (Figura 22). Esses resultados sugerem que diferentes grupos de forrageiros são alocados para cada alimento disponível e, após esses indivíduos terem estabelecido seus locais de alimentação, eles iniciam o consumo, porém, com velocidades diferentes. Além disso, pela análise dos dados comportamentais observou-se que a

movimentação dos operários e soldados pelos tubos conectores foi mais intensa nas primeiras 72-96 horas de experimentação, sugerindo que, após a descoberta e escolha de um recurso, os indivíduos mostram fidelidade a ele, deixando de procurar e consumir outras fontes. Tais resultados corroboram com aqueles apresentados por Evans (2002) e Long & Thorne (2006).

Ainda com relação à tenacidade do forrageamento de *C. gestroi* com 2 fontes alimentares (Tratamento 1), verificou-se que houve correlação entre as taxas de consumo das madeiras e a porcentagem de operários presentes nas câmaras contendo os alimentos 1 e 2 (Tabela XXIV). Isso sugere mais uma vez que, quanto maior o número de operários recrutados para o recurso alimentar, maior será a porcentagem de consumo do referido alimento. Porém, quando foram oferecidas 3 fontes alimentares (Tratamento 2), não foi observada nenhuma correlação, ou seja, nessa situação experimental o número de indivíduos encontrados em cada câmara ao final do período experimental não interferiu no consumo de cada alimento disponível.

A partir dos resultados obtidos nos experimentos correspondentes à tenacidade do forrageamento de *H. tenuis*, pode-se verificar que houve diferença significativa entre as porcentagens de consumo dos alimentos disponíveis em ambos os tratamentos executados (Figs. 23 e 27; Tabela XXXVII), sendo que o consumo do Alimento 1 foi superior àquele obtido para as outras fontes alimentares disponíveis em cada tratamento. Fato semelhante foi observado quanto ao recrutamento dos indivíduos para cada fonte alimentar (Figs. 24 e 28; Tabelas XXXVIII e XXXIX), sendo que, no Tratamento 1, as porcentagens de operários e soldados presentes nas câmaras contendo o Alimento 1 foram superiores àquelas obtidas nas câmaras com o Alimento 2 e no Tratamento 2, o recrutamento de operários para o Alimento 1 foi superior àquele obtido para o Alimento 3. Com relação aos soldados, a porcentagem de indivíduos presentes na primeira câmara foi superior às observadas nas duas câmaras subsequentes. Esses resultados sugerem que o consumo e o recrutamento de indivíduos são sempre maiores para a primeira fonte alimentar encontrada, ao passo que vão sofrendo uma redução de acordo com a quantidade de recursos encontrados posteriormente. Tais resultados corroboram com as pesquisas laboratoriais realizadas por Delaplane & La Fage (1987), que sugeriram que, quando indivíduos forrageiros encontram alimentos equivalentes, ocorre uma prioridade cronológica de consumo em relação à descoberta. Mas vale salientar que

tal prioridade só foi observada nas situações experimentais que obrigavam os indivíduos passarem pelo Alimento 1 para alcançarem uma ou mais fontes alimentares complementares. Após a análise dos dados comportamentais observou-se que a movimentação dos operários e soldados pelos tubos conectores foi bastante intensa durante todo o período experimental. Isso sugere que parte dos indivíduos forrageiros da espécie *H. tenuis* não concentram seus esforços no consumo dos primeiros alimentos encontrados em detrimento da busca por outras fontes, ou seja, alguns cupins não exibiram fidelidade ao recurso alimentar. Outra possível explicação para o ocorrido é que existe uma diferenciação laboral entre determinados grupos de indivíduos da mesma casta. Se isso é verdade, alguns cupins seriam responsáveis pela busca e descoberta de recursos alimentares e, uma vez que o alimento foi encontrado, outros indivíduos seriam recrutados e iniciariam o consumo. Enquanto isso, o primeiro grupo sairia em busca de novas fontes alimentares, o que justificaria a constante movimentação de indivíduos através dos tubos conectores de cada câmara alimentar. Tais resultados diferem em parte daqueles exibidos pela espécie *C. gestroi*, a qual demonstrou uma homogeneidade comportamental maior se comparada a *H. tenuis*.

Ainda com relação à tenacidade do forrageamento de *H. tenuis*, verificou-se que houve correlação positiva somente para o Tratamento 2, quando três fontes alimentares foram disponibilizadas para os cupins. Tal correlação se deu entre a taxa de consumo e a porcentagem de operários e soldados presentes na câmara contendo o Alimento 1 (Tabelas XL e XLI). Isso sugere que, quanto maior o número de indivíduos recrutados para o recurso alimentar, maior será a porcentagem de consumo do referido alimento quando são oferecidos três recursos alimentares.

Comparando-se os resultados obtidos para *H. tenuis* com aqueles obtidos para *C. gestroi* nos Tratamentos 1 e 2, pode-se verificar que ambas as espécies exibiram padrões comportamentais semelhantes com relação ao maior consumo do Alimento 1 em comparação com o Alimento 2 (Trat. 1) e com os Alimentos 2 e 3 (Trat. 2). Porém, no primeiro tratamento (Tabela XXIX), houve diferença nas taxas de consumo dos dois alimentos, que foram estatisticamente maiores para a espécie *H. tenuis*. Já no segundo (Tabela XLII), só houve uma taxa de consumo superior para *H. tenuis* no Alimento 1. Essas diferenças podem ser explicadas com base nos períodos experimentais que, para essa espécie, foram mais longos do que para *C. gestroi*, já que o tempo total foi definido a partir do momento que os indivíduos

atingiam o último recurso alimentar disponível (Tabelas XXXII e XLV). Quanto ao recrutamento dos cupins (Tabelas XXX, XXXI, XLIII e XLIV), os resultados não foram diferentes, ou seja, ambas as espécies se comportaram de maneira semelhante.

Estudos realizados por Delaplane & La Fage (1989b) demonstraram que *C. formosanus* prefere madeira previamente danificada por indivíduos da mesma colônia àquela danificada por *R. virginicus*. Além disso, os mesmos autores relataram que *C. formosanus* preferiu madeira previamente atacada por *R. virginicus* à madeira virgem. Contudo, Polizzi & Forschler (1999) relataram falta de preferência de espécies de *Reticulitermes* por alimentos previamente expostos aos cupins. De acordo com os resultados obtidos nos testes laboratoriais para *C. gestroi* e *H. tenuis* na presente pesquisa, pode-se verificar que ambas se comportam de maneira semelhante a *C. formosanus* (DELAPLANE & LA FAGE, 1989b). A maior taxa de consumo de *C. gestroi* foi obtida para os alimentos previamente expostos a cupins provenientes da mesma colônia da qual foram retirados os indivíduos para a execução dos bioensaios se comparada ao consumo obtido para alimentos virgens (controles) (Fig. 29 e Tabela XLVII). Para *H. tenuis* o maior consumo também foi obtido nos alimentos previamente atacados por cupins da mesma colônia em relação aos alimentos previamente expostos a cupins pertencentes a outra espécie (Fig. 31 e Tabela LI). Com relação ao recrutamento dos indivíduos (Figs. 30 e 32), não foi encontrada nenhuma diferença estatisticamente relevante entre as quatro fontes alimentares experimentadas para as duas espécies. De acordo com as observações comportamentais executadas foi constatado que os indivíduos se deslocaram da câmara “Ninho” para as câmaras “Alimento” e vice-versa durante todo o período experimental, independentemente do número de horas transcorridas. Isso provavelmente ocorreu devido à ausência de uma matriz de areia umedecida nas câmaras que continham os papéis filtro, fazendo com que os indivíduos forrageassem em busca do alimento e retornassem ao ninho como forma de se protegerem contra o dessecação e de outras condições adversas.

Finalmente, as análises de correlação (Spearman) mostraram que, para *C. gestroi*, em nenhuma das situações experimentadas houve correlação entre as porcentagens de consumo e de recrutamento de operários e soldados (Tabelas XLVIII e XLIX). Tais resultados sugerem que o número de indivíduos encontrados em cada câmara não interferiu no consumo dos alimentos disponíveis. Porém, com relação a *H. tenuis* (Tabelas LII e LIII), verificou-se que houve correlação positiva em

três das quatro situações experimentadas (mesma colônia, colônia diferente e outra espécie), ou seja, a quantidade de indivíduos recrutados para cada um desses recursos influenciou diretamente nas suas taxas de consumo. Por meio da comparação entre os resultados obtidos para as duas espécies estudadas verificou-se que seus comportamentos foram bastante similares, fato reforçado pela ausência de diferenças estatísticas para todos os parâmetros analisados.

Os dados referentes ao comportamento de tunelamento de *C. gestroi* frente à presença de uma pista física no substrato mostraram que, tanto nos controles como nos tratamentos, os indivíduos construíram um grande número de túneis, os quais foram classificados em primários, secundários, terciários e quaternários, de acordo com Hedlund & Henderson (1999). Já a espécie *H. tenuis* exibiu um comportamento de tunelamento bem mais lento, sendo que, no mesmo período experimental, construiu uma quantidade muito menor de túneis, os quais foram classificados somente em primários e secundários. Além disso, para essa espécie, todas as análises executadas não apresentaram diferenças estatísticas entre controles e tratamentos. Uma possível explicação para isso é a duração dos experimentos (24 horas), que foi padronizado para as duas espécies estudadas. Talvez, para *H. tenuis*, seja necessário um período experimental mais longo para a observação dos seus padrões de tunelamento.

Analisando-se as Tabelas LVII e LVIII, referente aos resultados obtidos nos experimentos utilizando arame como linha-guia, pode-se verificar que a maioria dos túneis construídos pelos indivíduos forrageiros de *C. gestroi* foi representada pelos tipos primário (25,57% nos controles e 28,82% nos tratamentos) e secundário (61,32% nos controles e 60,38% nos tratamentos), os quais compreenderam, juntos, mais de 85% do total de túneis encontrados. Com relação às Tabelas LXI e LXII, a qual contém os resultados obtidos nos experimentos referentes à presença de um túnel pré-existente, pode-se observar que a maioria dos túneis construídos pelos cupins nos controles foi representada pelos túneis secundários (44,45%) e terciários (20,99%). Porém, nos tratamentos pode-se verificar que os túneis de maior ocorrência compreenderam os túneis primários (68,71%) e secundários (25,06%). De acordo com Hedlund & Henderson (1999), a ramificação da rede de túneis é uma estratégia usada pelos cupins subterrâneos com a finalidade de minimizar o gasto energético durante a procura por recursos alimentares. Isso limitaria a quantidade de energia despendida na construção dos túneis, os quais seriam produzidos com a

finalidade de ligar diretamente os locais de forrageamento com o ninho quando uma fonte alimentar é localizada (ARAB & COSTA-LEONARDO, 2005). Essa seria uma possível explicação para o fato dos cupins terem reduzido a quantidade de túneis terciários e quaternários na presença de pistas físicas no substrato de tunelamento, já que uma grande área de exploração foi atingida, principalmente, com a emissão de túneis primários e secundários.

Os resultados estatísticos obtidos nos experimentos com arame retorcido permitem constatar que o número de túneis primários construídos pelos cupins nos controles foi menor do que nos tratamentos, ou seja, na presença da pista física, a qual funciona como linha-guia, os forrageiros intensificam seu esforço inicial de tunelamento em busca de um recurso alimentar. Além disso, as análises métricas reforçam essa ideia, uma vez que o comprimento total dos túneis primários construídos nos tratamentos foi estatisticamente maior do que nos controles. Observando-se os resultados referentes à comparação entre as porcentagens de ocorrência de túneis primários obtidas para os controles e tratamentos, não foi constatada nenhuma diferença significativa. Isso sugere que, independentemente da presença ou ausência de uma linha-guia sólida (arame), a quantidade proporcional de túneis primários construídos se mantém. Com relação à quantidade de túneis secundários, terciários e quaternários construídos, não houve diferença significativa entre controles e tratamentos, sugerindo que a presença da pista física no solo influenciou somente o primeiro estágio de busca por fontes alimentares. Adicionalmente, pode-se observar que, com a presença da pista, a distância total explorada pelos cupins é maior, o que, conseqüentemente, aumenta a probabilidade de encontro do alimento.

Por outro lado, os resultados estatísticos obtidos nos experimentos com presença de um túnel pré-existente vazio também permitiram constatar que o número de túneis primários construídos pelos cupins nos controles foi menor do que nos tratamentos, ou seja, na presença de um túnel previamente construído, os forrageiros intensificam seu esforço inicial de tunelamento em busca de um recurso alimentar aproveitando-se dessa anomalia no solo. Porém, as análises métricas não mostraram diferenças estatísticas entre o comprimento total dos túneis primários construídos nos controles e tratamentos. Isso provavelmente ocorreu porque, uma vez que um túnel previamente construído se encontra no substrato de tunelamento, os cupins não precisam estender demasiadamente o comprimento de seus próprios

túneis para explorar uma área de forrageamento considerável, evitando um gasto energético excessivo. Outro fato que pode corroborar com essa ideia é que o número de túneis quaternários encontrados nos controles e o seu comprimento total foram estatisticamente maiores do que aqueles encontrados nos tratamentos, explicando, assim, esse mecanismo de compensação energética. Adicionalmente, pelos resultados de distância total explorada pelos cupins, não foi observada nenhuma diferença estatística entre os controles e tratamentos.

Observando-se os resultados referentes à comparação entre as porcentagens de ocorrência de túneis obtidas para os controles e tratamentos, diferenças significativas foram constatadas, sendo que a ocorrência dos túneis primários foi mais frequente nos tratamentos, ao passo que os túneis secundários, terciários e quaternários foram mais frequentes nos controles. Dessa forma, pode-se inferir que a presença de um túnel vazio pré-existente no solo influenciou todo o comportamento de tunelamento dos forrageiros de *C. gestroi*.

Nessas condições, pode-se verificar que o padrão de tunelamento de *C. gestroi* foi alterado frente à presença de uma pista física no substrato de tunelamento, principalmente com relação aos primeiros momentos de busca, já que a emissão dos primeiros túneis (primários) se dá de maneira mais vigorosa quando os indivíduos encontram uma linha-guia, a qual foi representada pelo arame retorcido ou pelo túnel pré-existente (Figuras 42 e 43). Pode-se verificar, ainda, que os indivíduos nitidamente seguiram a linha-guia sólida em vários trechos da arena de tunelamento ou disseminaram sua rede de túneis tendo como ponto de partida o túnel pré-existente. Resultados semelhantes foram observados para as espécies *R. flavipes* e *R. virginicus*, sendo que os indivíduos sempre seguiam túneis pré-formados, os quais também funcionavam como guias para os cupins (PITTS-SINGER & FORSCHLER, 2000). Pode-se ainda inferir que o mesmo acontece nas edificações e construções urbanas, as quais possuem uma quantidade imensa de tubulações e fiações que podem funcionar com pistas físicas para os indivíduos forrageiros durante a fase de busca por recursos alimentares.

Com relação ao comportamento de tunelamento de *C. gestroi* frente à presença de um túnel pré-existente contendo soldados recém-mortos (pistas física, química e biológica), os resultados mostraram que, tanto nos controles como nos tratamentos, os indivíduos forrageiros também construíram um grande número de túneis (primários, secundários, terciários e quaternários). Analisando-se as Tabelas

LXIII e LXIV, referente aos resultados obtidos nesses experimentos, pode-se verificar que a maioria dos túneis construídos pelos indivíduos forrageiros de *C. gestroi* foi representada pelos túneis secundários (44,45%) e terciários (20,99%). Porém, nos tratamentos pode-se verificar que os túneis de maior ocorrência compreenderam os túneis primários (63,70%) e secundários (31,46%).

Os resultados estatísticos obtidos permitem constatar que o número e a porcentagem de túneis primários construídos pelos cupins nos controles foi menor do que nos tratamentos, mostrando mais uma vez que, na presença de um túnel previamente construído, os forrageiros também intensificam seu esforço inicial de tunelamento em busca de um recurso alimentar. Além disso, assim como nos experimentos com túnel pré-existente vazio, as análises métricas não mostraram diferenças entre o comprimento total dos túneis primários construídos nos controles e tratamentos. Os resultados referentes à ocorrência e comprimento total dos túneis secundários, terciários e quaternários também foram bastante semelhantes àqueles obtidos para o experimento envolvendo a presença de um túnel pré-existente, ou seja, apresentaram-se maiores para os controles em comparação aos tratamentos. Por outro lado, quando foram comparadas as distâncias totais exploradas pelos cupins, verificou-se que o comprimento total da rede de túneis foi estatisticamente maior nos controles do que nos tratamentos. Isso sugere que, na presença de soldados de outra espécie na área de forrageamento, os indivíduos tendem diminuir seu ritmo de construção de túneis. Além disso, por meio das documentações fotográficas, pode-se perceber que, na maioria das vezes, os forrageiros construíram seus túneis primários em locais diferentes daqueles onde os soldados mortos foram colocados, evitando o contato com os mesmos. Isso provavelmente ocorreu devido ao fato dos cupins mortos representarem pistas químicas (feromonais) e biológicas para os forrageiros de *C. gestroi* que, ao perceberem sua presença, alteraram seu padrão de tunelamento como uma resposta de defesa contra o inimigo. De acordo com Deligne *et al.* (1981), os mecanismos de defesa que uma espécie usa podem ser definidos como a estratégia pela qual aquela espécie limita ou elimina a ação de parasitas, predadores e competidores, sendo que essa estratégia envolve adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais. Stuart (1967) mostrou que o comportamento defensivo pode envolver a comunicação do alarme, a colocação de uma trilha ou o comportamento de construção. Nesses casos, o comportamento defensivo contra um inimigo (ou “intruso”) parece compartilhar elementos motores

comuns com outros tipos de comportamentos, por exemplo, construção do ninho e recrutamento alimentar (DELIGNE *et al.*, 1981). Dessa forma, pode-se inferir que a presença de soldados mortos pertencentes à outra espécie de cupim em túneis pré-existentes no substrato alterou o comportamento de tunelamento dos forrageiros de *C. gestroi*.

Para que sejam feitas conclusões e considerações finais acerca do forrageamento das espécies de cupins subterrâneos estudadas, faz-se necessária a retomada das perguntas inicialmente propostas, que direcionaram a presente pesquisa:

1) A forma de apresentação do alimento influencia a escolha e o consumo pelos cupins *C. gestroi* e *H. tenuis*?

A partir de todos os dados aqui apresentados, verificou-se que a forma de apresentação do alimento exerce influência na escolha, no consumo e no recrutamento dos indivíduos. O alimento totalmente enterrado mostrou-se tendenciosamente mais atrativo ao cupins, seja pela maior manutenção da umidade nele contida, pela maior superfície de área em contato com o solo ou ainda pela proteção natural oferecida aos insetos que o consomem, uma vez que os indivíduos não ficam expostos ao ambiente externo enquanto se alimentam.

2) Quando os itens alimentares disponíveis são similares, esses cupins detêm seus esforços no consumo do primeiro recurso visitado? Há diferença no padrão de comportamento das espécies em questão?

C. gestroi e *H. tenuis* não detiveram seus esforços no consumo do primeiro recurso alimentar encontrado, ou seja, a ordem cronológica de descoberta do alimento não influenciou na taxa de consumo observada para essas espécies. Pode-se constatar que o padrão de comportamento exibido pelos dois cupins nessas situações experimentais foram bastante similares.

3) Uma vez que os cupins subterrâneos consomem várias fontes alimentares, em que momento os forrageiros deixam o primeiro alimento para procurar um segundo? E o terceiro? Existe diferença comportamental entre as duas espécies em questão?

C. gestroi mostrou-se mais veloz na busca e localização de múltiplas fontes alimentares em comparação a *H. tenuis*, porém, após definir seus sítios de alimentação, esses insetos exibiram certa fidelidade ao recurso escolhido, sendo que a movimentação dos forrageiros foi diminuindo com o passar do tempo. A primeira espécie exibiu padrões comportamentais mais homogêneos entre os grupos forrageiros, ao passo que *H. tenuis* exibiu comportamentos variados.

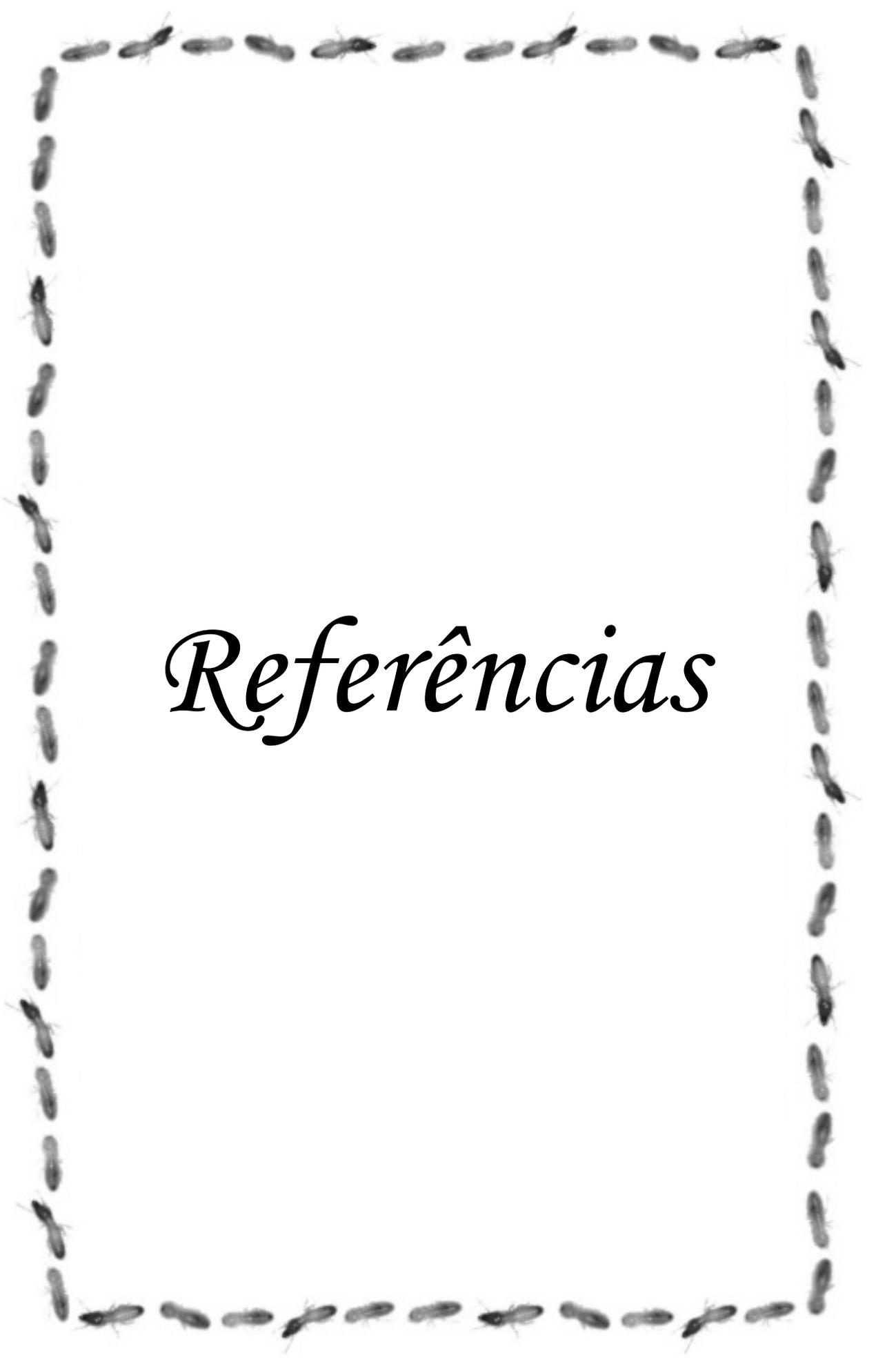
4) Os cupins consomem fontes alimentares previamente visitadas por outros cupins da mesma colônia? E de colônias diferentes da mesma espécie? E de outra espécie?

Para ambas as espécies ficou nítida a preferência por recursos alimentares previamente atacados por indivíduos provenientes da mesma colônia, sendo que as taxas de consumo para esses alimentos foi a mais elevada. No caso de *C. gestroi* verificou-se que os insetos evitaram o consumo dos alimentos sem exposição prévia a outros cupins. Já *H. tenuis* mostrou um consumo bastante reduzido para alimentos previamente visitados por outra espécie de cupim.

5) Como ambas as espécies se comportam frente à presença de uma linha-guia no solo? Qual o comportamento exibido por *C. gestroi* quando os substratos de tunelamento apresentam pistas físicas, químicas e biológicas?

C. gestroi nitidamente altera seu comportamento de tunelamento frente à presença de uma linha-guia no solo, sendo que a construção de seus túneis frequentemente acompanha essa guia. *H. tenuis* também exibiu esse comportamento de seguir a pista, porém de maneira mais vagarosa. Adicionalmente, *C. gestroi* modifica seus padrões de tunelamento frente à presença de pistas físicas, químicas e biológicas no substrato de tunelamento.

Finalmente, vale ressaltar que o entendimento da biologia do forrageamento de *C. gestroi* e *H. tenuis* é extremamente importante para a execução de experimentos futuros sobre comportamento alimentar com ambas as espécies, bem como para o desenvolvimento de sistemas de iscas para o manejo das infestações causadas por esses cupins subterrâneos.



Referências

6 – REFERÊNCIAS

ABE, T.; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. *Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology*. New York: Academic Press, 2000. 466 p.

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B.; MOINO JR., A.; LOPES, R. B. Controle do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen) com iscas Termitrap® impregnadas com inseticidas e associadas ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 27, n. 4, p.639-644, 1998.

ALVES, S. B.; BERTI-FILHO, E. *Controle dos cupins nas construções urbanas e rurais*. Boletim Técnico ESALQ/CENA. Piracicaba: PCL/USP, n. 4, 1995. 12 p.

ARAB, A.; COSTA-LEONARDO, A. M. Effect of biotic and abiotic factors on the tunneling behavior of *Coptotermes gestroi* and *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Behavioural Processes*, Amsterdam, v. 70, n. 1, p. 32-40, 2005.

ARAB, A.; COSTA-LEONARDO, A. M.; BATISTA-PEREIRA, L. G.; SANTOS, M. G.; CORRÊA, A. G.; BLANCO, Y. C. Trail-pheromone specificity of two sympatric termites (Rhinotermitidae) from Southeastern Brazil. *Sociobiology*, Chico, v. 43, n. 2, p. 377-387, 2004.

ARAÚJO, R. L. Contribuição à biogeografia dos térmitas de São Paulo, Brasil (Insecta, Isoptera). *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 25, p. 185-217, 1958.

_____. Térmitas prejudiciais às madeiras. In: MARICONI, F. A. M.; ZAMITTI, A. P. L.; ARAÚJO, R. L.; OLIVEIRA FILHO, A. M.; PINCHIN, R. (Ed.). *Inseticidas e seu Emprego no Controle às Pragas*. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1986. v. 3, p. 100-123.

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. *BioEstat: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Bio-Médicas*. Pará: Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 324 p.

BANDEIRA, A. G.; GOMES, J. I.; LISBOA, P. L. B.; SOUZA, P. C. S. Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém, Pará. *EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa*, Belém, v. 101, p. 1-25, 1989.

BEHR, E. A.; BEHR, C. T.; WILSON, L. F. Influence of wood hardness on feeding by the eastern subterranean termite, *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Annals of the Entomological Society of America*, Lanham, v. 65, n. 2, p. 457-460, 1972.

BULTMAN, J. D.; SOUTHWELL, C. R. Natural resistance of tropical American woods to terrestrial wood-destroying organisms. *Biotropica*, Washington, v. 8, n. 2, p. 71-95, 1976.

BULTMAN, J. D.; BEL, R. H.; AMPONG, F. F. K. Natural resistance of some tropical African woods to *Coptotermes formosanus* Shiraki. *Forest Products Journal*, Madison, v. 29, n. 6, p. 46-51, 1979.

CAMPORA, C. E.; GRACE, J. K. Tunnel orientation and search pattern sequence of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 94, n.5, p. 1193-1199, 2001.

CARTER, F. L.; JONES, S. C.; MAULDIN, J. K.; CAMARGO, C. R. R. Responses of *Coptotermes formosanus* Shiraki to extracts from five Brazilian hardwoods. *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie*, Hamburg, v. 95, n. 1, p. 5-14, 1983.

CASARIN, F. E.; ARAB, A.; COSTA-LEONARDO, A. M. Influence of the labial gland's semiochemicals on the feeding behavior of *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology*, Chico, v. 42, n. 2, p. 485-493, 2003.

CHEN, J.; HENDERSON, G. Tunnel and shelter tube convergence of Formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in the laboratory. *Sociobiology*, Chico, v. 30, n. 3, p. 305-318, 1997.

COLLINS, M. S. Water relations in termites. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F. M. (Ed.). *Biology of Termites*. New York: Academic Press, 1969. v. 1, p. 433-458.

CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, São Paulo, v. 40, n. 25, p. 387-448, 1999.

_____. The pest termites of South America: taxonomy, distribution, and status. *Journal of Applied Entomology*, Berlin, v. 126, n. 7-8, p. 355-365, 2002.

_____. *On-Line Termites Database*. Disponível em: <<http://www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/catal/catnew.html>>. Acesso em: 04. abr. 2010.

CORNELIUS, M. L.; DAIGLE, D. J.; CONNICK, W. J.; PARKER, A.; WUNCH, K. Response of *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae) to three types of wood rot fungi cultured on different substrates. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 95, n. 1, p. 121-128, 2002.

CORNELIUS, M. L.; DAIGLE, D. J.; CONNICK, W. J.; WILLIAMS, K. S.; LOVISA, M. P. Responses of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) to

wood blocks inoculated with lignin-degrading fungi. *Sociobiology*, Chico, v. 41, n. 2, p. 513-525, 2003.

COSTA-LEONARDO, A. M. A metodologia de iscas para o controle de cupins subterrâneos. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 71, n. 3, p. 337-345, 1996.

_____. O forrageamento dos cupins subterrâneos. *Científica*, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 207-220, 1997.

_____. *Cupins-Praga: Morfologia, Biologia e Controle*. Rio Claro: Ana Maria Costa-Leonardo, 2002. 128 p.

_____. Morphology of the sternal gland in workers of *Coptotermes gestroi* (Isoptera, Rhinotermitidae). *Micron*, New York, v. 37, n. 6, p. 551-556, 2006.

_____. O cupim *Coptotermes gestroi*: uma realidade que veio para ficar. *Vetores & Pragas*, Rio de Janeiro, Ano X, n. 17, p. 2-5, 2007.

_____. Dinâmica do forrageamento em cupins subterrâneos. In: VILELA, E. F.; SANTOS, I. A.; SCHOEREDER, J. H.; SERRÃO, J. E.; CAMPOS, L. A. O.; LINO-NETO, J. (eds.). *Insetos Sociais: Da Biologia à Aplicação*. Viçosa: Editora UFV, 2008. pp. 347-358.

COSTA-LEONARDO, A. M.; BARSOTTI, R. C.; CAMARGO-DIETRICH, C. R. R. Review and update on the biology of *Coptotermes havilandi* (Isoptera, Rhinotermitidae). *Sociobiology*, Chico, v. 33, n. 3, p. 339-356, 1999.

COSTA-LEONARDO, A. M.; CASARIN, F. E.; CAMARGO-DIETRICH, C. R. R. Identificação e práticas de manejo de cupins em áreas urbanas. In: PINTO, A. S.; ROSSI, M. M.; SALMERON, E. (eds.). *Manejo de Pragas Urbanas*. Piracicaba: CP2, 2007. p. 41-53.

DELAPLANE, K. S. Foraging and feeding behaviors of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology*, Chico, v. 19, n. 1, p. 101-114, 1991.

DELAPLANE, K. S.; LA FAGE, J. P. Variance in feeding on equivalent wood blocks by the Formosan subterranean termite in laboratory choice tests. *Sociobiology*, Chico, v. 13, n. 3, p. 227-233, 1987.

_____. Foraging tenacity of *Reticulitermes flavipes* and *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology*, Chico, v. 16, n. 2, p. 183-189, 1989a.

_____. Preference of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) for wood damaged by conspecifics. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 82, n. 5, p. 1363-1366, 1989b.

_____. Preference for moist wood by the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 82, n. 1, p. 95-100, 1989c.

DELIGNE, J.; QUENNEDEY, A.; BLUM, M. S. The enemies and defense mechanisms of termites. In: HERMANN, H. R. (ed.). *Social Insects*, Vol. 2. New York: Academic Press, 1981. p. 1-76.

EDWARDS, R.; MILL, A. E. *Termites in Buildings: Their Biology and Control*. East Grinstead: Rentokil Limited, 1986. 261 p.

EMLLEN, J. M. *Ecology: An Evolutionary Approach*. Reading: Addison Wesley, 1973. 493 p.

ESENTHER, G. R. Termite bioassays show greatly varied tolerance to insecticides in bait blocks. *Forest Products Journal*, Madison, v. 29, n. 9, p. 55-56, 1979.

ETTERSHANK, G.; ETTERSHANK, J. A.; WHITFORD, W. G. Location of food sources by subterranean termites. *Environmental Entomology*, Lanham, v. 9, n. 5, p. 645-648, 1980.

EVANS, T. A. Tunnel specificity and forager movement in subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae and Termitidae). *Bulletin of Entomological Research*, Oxon, v. 92, n. 3, p. 193-201, 2002.

_____. The influence of soil heterogeneity on exploratory tunneling by the subterranean termite *Coptotermes frenchi* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Bulletin of Entomological Research*, Oxon, v. 93, n. 5, p. 413-423, 2003.

EVANS, T. A.; LAI, J. C. S.; TOLEDANO, E.; MCDOWALL, L.; RAKOTONARIVO, S.; LENZ, M. Termites assess wood size by using vibration signals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Washington, v. 102, n. 10, p. 3732-3737, 2005.

FEI, H.; HENDERSON, G. Effects of temperature, directional aspects, light conditions, and termite species on subterranean termite activity (Isoptera: Rhinotermitidae). *Environmental Entomology*, Lanham, v. 33, n.2, p. 242-248, 2002.

FERRAZ, M. V. *Estudo Taxonômico e Aspectos da Biologia de Coptotermes Wasmann, 1896 (Isoptera, Rhinotermitidae) nas Américas*. 2000. 213 f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FONTES, L. R. Cupins em áreas urbanas. In: BERTI-FILHO, E.; FONTES, L. R. (ed.). *Alguns Aspectos Atuais da Biologia e Controle de Cupins*. Piracicaba: FEALQ, 1995, p. 57-75.

FONTES, L. R.; MILANO, S. Termites as an urban problem in South America. *Sociobiology*, Chico, v. 40, n. 1, p. 103-151, 2002.

FONTES, L. R.; VEIGA, A. F. S. L. Registro do cupim subterrâneo *Coptotermes havilandi* (Isoptera, Rhinotermitidae), na área metropolitana de Recife, PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 7., 1998, Rio de Janeiro. *Resumos...* Rio de Janeiro: UFRRJ, 1998. p. 1005.

FORSCHLER, B. T. Baiting *reticulitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) field colonies with abamectin and zinc borate-treated cellulose in Georgia. *Sociobiology*, Chico, v. 28, n. 3, p. 459-484, 1996.

FRENCH, J. R. J.; ROBINSON, P. J.; EWART, D. M. Mound colonies of *Coptotermes lacteus* (Isoptera) eat cork in preference to sound wood. *Sociobiology*, Chico, v. 11, n. 3, p. 303-309, 1986.

GARCIA, J. F.; MACEDO, L. P. M.; BOTELHO, P. S. M. Inimigo ao pé. Cultivar Grandes Culturas, Pelotas, n. 67, ano V, p. 18-26, 2004.

GRACE, J. K.; CAMPORA, C. E. Food location and discrimination by subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). In: Lee, C.-Y.; Robinson, W. H. (eds.), INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN PESTS, 5., 2005, Suntec, Singapore. *Proceedings...* Malaysia: Perniagaan Ph'ng @ P & Y Design Network, 2005. p. 437-441.

GRASSÉ, P. P. *Termitologia*. Paris: Masson, 1986. Tomo 3, 715 p.

GREEN, J. M., SCHARF, M. E.; BENNET, G. W. Impacts of soil moisture level on consumption and movement of three sympatric subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in a laboratory assay. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 98, n. 3, p. 933-937, 2005.

HARRIS, W. V. *Termites: Their recognition and Control*. London: Longman, 1961. 187 p.

HAVERTY, M. I. The proportion of soldiers in termite colonies: a list and a bibliography. *Sociobiology*, Chico, v. 2, n. 3, p. 199-216, 1977.

HAVERTY, M. I.; NUTTING, W. L. Natural wood-consumption rates and survival of a dry-wood and a subterranean termite at constant temperatures. *Annals of the Entomological Society of America*, Lanham, v. 67, n. 2, p. 153-157, 1974.

HEDLUND, J. C.; HENDERSON, G. Effect of available food size on search tunnel formation by the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 92, n. 3, p. 610-616, 1999.

HOWICK, C. D. Influences of specimen size, test period and matrix on the amounts of wood eaten by similar groups of laboratory termites. In: BRITISH WOOD PRESERVATION ASSOCIATION ANNUAL CONVENTION, 1975, London. *Proceedings...* London, 1975, p. 1-13.

JONES, S. C.; TROSSET, M. W.; NUTTING, W. L. Biotic and abiotic influences on foraging of *Heterotermes aureus* (Snyder) (Isoptera: Rhinotermitidae). *Environmental Entomology*, Lanham, v. 16, n. 3, p. 791-795, 1987.

KING, E. G.; SPINK, W. T. Foraging galleries of the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus*, in Louisiana. *Annals of the Entomological Society of America*, Lanham, v. 62, n. 3, p. 536-542, 1969.

KIRTON, L. G.; BROWN, V. K. The taxonomic status of pest species of *Coptotermes* in Southeast Asia: resolving the paradox in the pest status of the termites, *Coptotermes gestroi*, *C. havilandi* and *C. travians* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology*, Chico, v. 42, n. 1, p. 43-63, 2003.

KIRTON, L. G.; WONG, A. H. H. The economic importance and control of termite infestations in relation to plantation forestry and wood preservation in Peninsular Malaysia – an overview. *Sociobiology*, Chico, v. 37, p. 325-349, 2001.

KREBS, J. R. Optimal foraging decision rules for predators. In: KREBS, J. R.; DAVIES, N. B. (eds.). *Behavioral Ecology: An Evolutionary Approach*. Sinauer: Blackwell Science Ltd., 1978. p. 23-63.

LA FAGE, J. P.; NUTTING, W. L.; HAVERTY, M. I. Desert subterranean termites: A method for studying foraging behavior. *Environmental Entomology*, Lanham, v. 2, n. 6, p. 954-956, 1973.

LEE, C. Y. Perspective in urban pest management in Malaysia. Vector Control Research Unit, Universiti Sains, Malaysia, 2007.

LEE, K. E.; WOOD, T. G. *Termites and Soils*. London: Academic Press, 1971. 251 p.
LELIS, A. T. Termite problem in São Paulo city – Brazil. In: LENOIR, A.; ARNOLD, G.; LEPAGE, M. *Les insects sociaux*. Paris: Université Paris Nord. Trabalho apresentado no 12º CONGRESS OF THE INTERNATIONAL UNION FOR THE STUDY OF SOCIAL INSECTS – IUSSI. 1994, 253 p.

_____. A nest of *Coptotermes havilandi* (Isoptera, Rhinotermitidae) off ground level, found in the 20th story of a building in the city of São Paulo, Brazil. *Sociobiology*, Chico, v. 26, n. 3, p. 241-245, 1995.

LENZ, M. Variability of vigour between colonies of *Coptotermes acinaciformis* (Frogatt) (Isoptera; Rhinotermitidae) and its implications for laboratory experimentation. *Bulletin of Entomological Research*, Oxon, v. 75, n. 1, p. 13-21, 1985.

_____. Food resources, colony growth and caste development in wood-feeding termites. In: HUNT, J. H.; NALEPA, C. A. (eds.). *Nourishment and Evolution in Insect Societies*. Oxford: Westview Press, 1994. p. 159-209.

LENZ, M.; BARRETT, R. A.; WILLIAMS, E. R. Implications for comparability of laboratory experiments revealed in studies on the effects of population density on vigor in *Coptotermes lacteus* (Froggat) and *Nasutitermes exitiosus* (Hill) (Isoptera: Rhinotermitidae & Termitidae). *Bulletin of Entomological Research*, Oxon, v. 74, n. 3, p. 477-485, 1984.

LENZ, M.; KARD, B.; EVANS, T. A.; MAULDIN, J. K.; ETHERIDGE, J. L.; ABBEY, H. M. Differential use of identical food resources by *Reticulitermes flavipes* (Isoptera:

Rhinotermitidae) in two types of habits. *Environmental Entomology*, Lanham, v. 38, n. 1, p. 35-42, 2009.

LIMA, J. T.; COSTA-LEONARDO, A. M. Interspecific interactions between *Coptotermes gestroi* and *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) under laboratory conditions. *Sociobiology*, Chico, v. 48, n. 3, p. 759-770, 2006.

_____. Recursos alimentares explorados pelos cupins. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 7, n. 2, p. 243-250, 2007. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?thematic-review+bn04007022007>>. Acesso em 29.jan.2008.

LONG, C. E.; THORNE, B. L. Resource fidelity, brood distribution and foraging dynamics in complete laboratory colonies of *Reticulitermes flavipes* (Isoptera Rhinotermitidae). *Ethology, Ecology & Evolution*, Firenze, v. 18, n. 2, p. 113-125, 2006.

MACK, R. N.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; EVANS, H.; CLOUT, M.; BAZZAZ, F. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, Washington, v. 10, n.3, p. 689-710, 2000.

MARICONI, F. A. M.; ZAMITH, A. P.; ARAÚJO, R. L.; OLIVEIRA FILHO, A. M.; PINCHIN, R. *Inseticidas e Seu Emprego no Combate às Pragas: animais invasores dos domicílios e de outras construções*. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1986. v. 3, 246 p.

MARTIUS, C. Perspectivas do controle biológico de cupins (Insecta, Isoptera). *Revista Brasileira de Entomologia*, Curitiba, v. 41, p. 179-194, 1998.

MILANO, S.; FONTES, L. R. *Cupim e Cidade: Implicações Ecológicas e Controle*. São Paulo: Conquista Artes Gráficas, 2002. 141 p.

MILL, A. Termites as structural pests in Amazonia, Brazil. *Sociobiology*, Chico, v. 19, n. 2, p. 339-348, 1991.

NOVARETTI, W. R. T. Controle de cupins em cana-de-açúcar através do emprego de inseticidas de solo, *Boletim Técnico Coopersucar*, São Paulo, v. 33, p. 39-44, 1985.

PITTS-SINGER, T. L.; FORSCHLER, B. T. Influence of guidelines and passageways on tunneling behavior of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) and *R. virginicus* (Banks) (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Insect Behavior*, New York, v. 13, n. 2, p. 273-290, 2000.

PIZANO, M. A.; FONTES L. R. Ocorrência de *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) e *Heterotermes longiceps* (Snyder, 1924) (Isoptera, Rhinotermitidae) atacando cana-de-açúcar no Brasil. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v. 104, n. 3/4, p. 29, 1986.

POLIZZI, J. M.; FORSCHLER, B. T. Lack of preference by *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) for termite feeding stations with previous termite exposure. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, Clemson, v. 16, n. 3, p. 197-205, 1999.

POTTER, M. F. Termite baits: a status report. *Pest Control Technology*, v. 22, n. 2, p. (24-26, 28, 30, 35-37, 97, 105, 106), 1997.

PUCHE, H.; SU, N. Y. Application of fractal analysis for tunnel systems of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) under laboratory conditions. *Environmental Entomology*, Lanham, v. 30, n. 3, p. 545-549, 2001a.

_____. Tunneling formation by *Reticulitermes flavipes* and *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae) in response to wood in sand. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 94, n. 6, p. 1398-1404, 2001b.

RANDALL, J. M. California exotic pest plant council. President's Column, n. 2, 2p., 1994.

REINHARD, J.; KAIB, M. Interaction of pheromones during food exploitation by the termite *Schedorhinotermes lamanianus*. *Physiological Entomology*, Oxon, v. 20, n. 3, p. 266-272, 1995.

REINHARD, J.; HERTEL, H.; KAIB, M. Systematic search for food in the subterranean termite *Reticulitermes santonensis* De Feytaud (Isoptera, Rhinotermitidae). *Insectes Sociaux*, Basel, v. 44, n. 2, p. 147-158, 1997.

ROBSON, S. K.; LESNIAK, M. G.; KOTHANDAPANI, R. V.; TRANIELLO, J. F. A.; THORNE, B. L.; FOURCASSIE, V. Non-random search geometry in subterranean termites. *Naturwissenschaften*, Berlin, v. 82, n. 11, p. 526-528, 1995.

ROJAS, M. G.; MORALES-RAMOS, J. A. Bait matrix for delivery of chitin synthesis inhibitors to the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 94, n. 2, p. 506-510, 2001.

ROMAGNANO, L. F. T.; NAHUZ, M. A. R. Controle de cupins subterrâneos em ambientes construídos. *Téchne (A Revista do Engenheiro Civil - IPT)*, São Paulo, v. 114, p. 1, 2006.

RUST, M. E.; REIERSON, D.; SCHEFFRAHN, R. H. Comparative habits, host utilization and xeric adaptations of the southwestern drywood termites, *Incisitermes fruticavus* Rust and *Incisitermes minor* (Hagen) (Isoptera: Kalotermitidae). *Sociobiology*, Chico, v. 4, n. 2, p. 239-255, 1979.

SCHULTZE-DEWITZ, G. Form und Intensität des Termitenangriffes an Hölzern verschiedener Struktur und Rohwichte. 1. Mitt.: Prüfungen von getrenntem Früh- und Spätholz. *Holz Als Roh-Und Werkstoff*, Berlin, v. 18, p. 365-367, 1960a.

_____. Form und Intensität des Termitenangriffes an Hölzern verschiedener Struktur und Rohwichte. 2. Mitt.: Prüfungen von Hölzern mit verschiedener Jahrringbreite und verschiedenem Spätholzanteil. *Holz Als Roh-Und Werkstoff*, Berlin, v. 18, p. 413-415, 1960b.

_____. Form und Intensität des Termitenangriffes an Hölzern verschiedener Struktur und Rohwichte. 3. Mitt.: Einfluß des Rohwichte des Holzes auf den Termitenangriff. *Holz Als Roh-Und Werkstoff*, Berlin, v. 18, p. 445-446, 1960c.

SMYTHE, R. V.; COPPEL, H. C.; LIPTON, S. H.; STRONG, F. M. Chemical studies of attractants associated with *Reticulitermes flavipes* and *R. virginicus*. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 60, n. 1, p. 228-233, 1967.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. *Biometry*. 3rd ed. New York: W. H. Freeman and Company. 1995. 887 p.

STUART, A. M. Alarm, defense and construction behavior relationships in termites (Isoptera). *Science*, v. 156, p. 1123-1125, 1967.

_____. Social behavior and communication. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F. M. (Ed.). *Biology of Termites*. New York: Academic Press, 1969. v. 1, p. 193-232.

SU, N. Y.; BARDUNIAS, P. Foraging behavior of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae): food discovery and movement of termites within established galleries. In: Lee, C.-Y.; Robinson, W. H. (eds.), INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN PESTS, 5., 2005, Suntec, Singapore. *Proceedings...* Malaysia: Perniagaan Ph'ng @ P & Y Design Network, 2005. p. 443-445.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. A review of subterranean termite control practices and prospects for integrated pest management programs. *Integrated Pest Management Reviews*, Norwell, v. 3, n. 1, p. 1-13, 1998.

SU, N. Y.; SCHERER, P. N. Feeding site selction by workers of the Formosan subterranean termite *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae) – a re-analysis of field data from a mark-recapture study. *Bulletin of Entomological Research*, Oxon, v. 93, n. 5, p. 467-473, 2003.

SU, N. Y.; LA FAGE, J. P. Comparison of laboratory methods for estimating wood consumption rates by *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Annals of Entomological Society of America*, Lanham, vol. 77, n. 1, p. 125-129, 1984.

_____. Effects of soldier proportion on the wood-consumption rate of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology*, Laham, v. 13, n. 2, p. 145-151, 1987.

SU, N. Y.; BAN, P. M.; SCHEFFRAHN, R. H. Foraging populations and territories of the eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in southeastern Florida. *Environmental Entomology*, Lanham, v. 22, n. 5, p. 1113-1117, 1993.

SU, N. Y.; TAMASHIRO, M.; YATES, J. R.; HAVERTY, M. I. Foraging behavior of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Environmental Entomology*, Lanham, v. 13, n. 6, p. 1466- 1470, 1984.

TAYASU, I.; ABE, T.; EGGLETON, P.; BIGNELL, D. E. Nitrogen and carbon isotope ratios in termites: an indicator of trophic habit along the gradient from wood-feeding to soil-feeding. *Ecological Entomology*, London, v. 22, n. 3, p. 343-351, 1997.

THORNE, B. L.; TRANIELLO, J. F. A. Light at the end of the tunnel. *Pest Control Technology*, Cleveland, n. 5 (May), p. 90-101, 2003.

THORNE, B. L.; TRANIELLO, J. F. A.; LENZ, M.; KARD, B. M. Search and destroy: termite foraging behavior and what it means about effective termite IPM. *Pest Control Technology*, Cleveland, n. 2 (Feb.), p. 44-52, 2004.

TRANIELLO, J. F. A.; LEUTHOLD, R. H. Behavior and ecology of foraging in termites. In: ABE, T.; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. (eds.). *Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology*. New York: Academic Press, 2000. p. 141-168.

USHER, M. B.; OCLOO, J. K. An investigation of stake size and shape in "graveyard" field tests for termite resistance. *Journal of the Institute of Wood Science*, London, v. 6, n. 36, p. 32-36, 1974.

WALLER, D. A.; LA FAGE, J. P. Nutritional ecology of termites. In: SLANSKY JR., F.; RODRIGUEZ, J. G. (Ed.). *Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders, and Related Invertebrates*. New York: John Wiley & Sons, 1986. p. 487-532.

_____. Food quality and foraging response by the subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). *Bulletin of Entomological Research*, Oxon, v. 77, n. 3, p. 417-424, 1987.

WALLER, D. A.; JONES, C. G.; LA FAGE, J. P. Measuring wood preference in termites. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 56, n. 2, p. 117-123, 1990.

WESTBROOKS, R. G. *Invasive plants: Changing the Landscape of America: fact book*. Washington: Federal Interagency Committee for the Management of Noxious and Exotic Weeds, 1998. 109 p.

WHITFORD, W. G.; STEINBERGER, Y.; ETTERS HANK, G. Contributions of subterranean termites to the "economy" of Chihuahuan Desert ecosystems. *Oecologia*, Berlin, v. 55, n. 3, p. 298-302, 1982.

WILLIAMS, R. M. C.; PEREZ MORALES, J. V. The effect of group size on the survival and feeding economy of pseudoworkers of building damaging *Cryptotermes* spp. (Isoptera, Kalotermitidae). In: JAISSON, P. (Ed.). *Social Insects in the Tropics*. Cocoyoc: IUSI, University Paris-Nord, 1983. v. 2, p. 219-234.

WOOD, T. G. Food and feeding habits of termites. In: BRIAN, M. V. (ed.). *Production Ecology of Ants and Termites*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p. 55-80.

WOOD, T. G.; SANDS, W. A. The role of termites in ecosystems. In: BRIAN, M. V. (Ed.). *Production Ecology of Ants and Termites*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p. 245-292.

WONG, N.; LEE, C. Y. Influence of different substrate moistures on wood consumption and movement patterns of *Microcerotermes crassus* and *Coptotermes gestroi* (Blattodea: Termitidae, Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 103, n. 2, p. 437-442, 2010.

Rio Claro, 08 de setembro de 2010.

JULIANA TOLEDO LIMA - Aluna

PROF^a. DR^a. ANA MARIA COSTA LEONARDO - Orientadora