

**DOMESTICAÇÃO DA SAÚVA: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ALOMONAL
DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE O COMPORTAMENTO
DA SAÚVA DO NORDESTE *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939**

ROGÉRIO ARAÚJO MOREIRA

**FORTALEZA – CEARÁ
2002**

**DOMESTICAÇÃO DA SAÚVA: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ALOMONAL
DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE O COMPORTAMENTO
DA SAÚVA DO NORDESTE *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939**

ROGÉRIO ARAÚJO MOREIRA

**TESE SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM BIOQUÍMICA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM BIOQUÍMICA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA – CE

FEVEREIRO/2002

Esta Tese foi apresentada à Coordenação do Curso de Pós- Graduação em Bioquímica do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Bioquímica outorgado por esta instituição, encontrando-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho dessa Tese será permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Rogério Araújo Moreira

TESE APROVADA EM 28 / 02 / 2003

Prof. Fernando João Montenegro de Sales – Post-Doctor
Orientador

Prof. Benildo Souza Cavada – Post-Doctor
Conselheiro

Prof. Manoel Andrade Neto – Doutor
Conselheiro

Prof. Yves Patric Quinet – Doutor
Conselheiro

Profª. Claudia Ferreira Santos – Doutora
Conselheira

Aos meus pais, OZNI E LUZIA IZABEL pelo incondicional apoio e suporte à minha carreira científica.

Aos meus irmãos RICARDO E DÉBORA, pelo amor fraternal e amizade.

Às minhas sobrinhas ANA CECÍLIA, ANA BEATRIZ e ANA CRISTINA pelo carinho e afeto.

DEDICO

À minha esposa WALESKA, e aos meus filhos que hão de vir, responsáveis pela minha felicidade.

OFEREÇO

Estima-se que o Brasil tenha pelo menos 15% das espécies que existem no planeta. Cerca de 200 mil espécies já são conhecidas, mas calcula-se que esse número pode ser 10 vezes maior, ou seja, 2 milhões de espécies no país. Delas poderão vir os novos medicamentos, defensivos protetores de plantas e os futuros alimentos. Em matéria de biodiversidade, o Primeiro Mundo é Aqui. E o futuro está em nossas mãos.

Rogério Araújo Moreira

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, pela vida e saúde, possibilitando-me vencer mais um importante obstáculo na longa caminhada da realização profissional.

À toda a minha família, em especial aos meus **pais e irmãos** que sempre acreditarem no meu potencial.

À coordenação do Curso de Pós-Graduação em Bioquímica do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, na pessoa da Profa. **Ilka Maria de Vasconcelos** pelo apoio e estímulo aos novos pesquisadores.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq**, pela bolsa de estudo concedida.

Ao professor **Fernando João Montenegro de Sales**, pela amizade, coleguismo, motivação, confiança e, principalmente, pela sua valiosa orientação e suporte acadêmico-científico em todos os momentos necessários quando da condução deste trabalho.

Ao professor **Manoel Andrade Neto** pela efetiva participação neste trabalho desde a doação dos óleos essenciais que foram testados às valiosas sugestões apresentadas na revisão dos originais, os quais enriqueceram este trabalho.

Ao professor **Benildo de Sousa Cavada**, pela atenção constante e preocupação na formação de jovens cientistas através da valorização acadêmica no decorrer de nossa convivência.

Aos pesquisadores **Yves Patric Quinet** e **Cláudia Ferreira Santos** pelo pronto aceite na participação da banca examinadora e pelas correções oportunas na revisão dos originais, os quais enriqueceram este trabalho.

Aos graduados **Levi Gonçalves Moreira** e **José Noberto Sousa Bezerra** pela ajuda, amizade, presteza e responsabilidade no cumprimento de suas responsabilidades.

Ao técnico de laboratório **Edvani Silva** pela disponibilidade e ajuda na manutenção dos sauveiros artificiais e pelo excelente convívio.

À Agripec Química e Farmacêutica S/A na pessoa de seu Presidente **Jorge Alberto Vieira Studart Gomes** e de seu Diretor Industrial **Carlos Alberto Studart Gomes Neto**, aos companheiros de trabalho **César Bezerra de Sena**, **Osvaldina Nogueira de Menezes**, **Daniele Souza Vêras**, **Rosa Maria de Sá Trevisan** e **Ana Rebecca Alcântara** pela ajuda, solidariedade, excelente convívio, amizade e apoio nas ocasiões necessárias.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO	xx
ABSTRACT	xxii
1 – INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 – Importância	3
2.2 – O Fungo	6
2.3 – Plantas Hospedeiras	11
2.4 – Fatores que Afetam o Comportamento de Busca de provisão das Saúvas	13
2.5 – Óleos Essenciais	20
2.5.1 – Características dos Óleos Essenciais Utilizados	23
2.5.1.1 – Candieiro (<i>Vanillosmopsis pohlii</i>)	23
2.5.1.2 – Cravo-de-urubu (<i>Porophyllum ruderale</i> , Cass)	25
2.5.1.3 – Tipi (<i>Petiveria alliaceae</i> , L.)	28
2.5.1.4 – Cravo-de-defunto (<i>Tagetes minuta</i> , L.)	30
2.5.1.5 – Alecrim-pimenta (<i>Lippia sidoides</i> , Cham.)	33
2.6 – Bioatividade dos Óleos Vegetais	34
2.7 – Semioquímicos	42
2.7.1 – Aleloquímicos	43

3 – MATERIAL E MÉTODOS	47
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5 – CONCLUSÕES	109
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Porcentagens de componentes voláteis identificados nas amostras de caules de Candieiro (<i>Vanillosmopsis pohlli</i>) coletadas no município de Seabra – BA, junho, 2000.	24
2	Porcentagens de componentes voláteis identificados nas amostras de folhas de Cravo-de-urubu (<i>Porophyllum ruderale</i>) coletadas no município de Baturité - CE, Junho, 1999.	26
3	Porcentagens de componentes voláteis identificados nas amostras de folhas de Cravo-de-defunto (<i>Tagetes minuta</i>) coletadas no horto de plantas medicinais da UFC, no município de Fortaleza – CE, julho, 2002.	30
4	Porcentagens de componentes voláteis identificados nas amostras de folhas de Alecrim-pimenta (<i>Lippia sidoides</i>) coletadas no horto de plantas medicinais da UFC, no município de Fortaleza – CE, julho, 2002.	33
5	Análise de variância para o acesso à área de provisão - AAP , marcação de território na área de provisão – MTAP , acesso ao papel de filtro – APF , marcação de território no papel de filtro – MTPF e exploração do local de tratamento - ELT pelas operárias da saúva do nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	59

- 6 Comparação de médias para o acesso à área de provisão – **AAP**, pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 98
- 7 Comparação de médias para a marcação de território na área de provisão – **MTAP**, pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 99
- 8 Comparação de médias para o acesso ao papel de filtro – **APF**, pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 100
- 9 Comparação de médias para a marcação de território no papel de filtro – **MTPF**, pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 101
- 10 Comparação de médias para a exploração do local de tratamento – **ELT**, pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 102
- 11 Matriz de contingência à Correlação de Pearson para o acesso à área de provisão - **AAP**, acesso ao papel de filtro – **APF**, marcação de território na área de provisão - **MTAP**, marcação de território no papel de filtro – **MTPF**, exploração do local de tratamento - **ELT** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 104

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Visão geral das unidades experimentais compostas por saueiros artificiais de <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	48
2	Visão lateral de um saueiro artificial de <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	50
3	Disposição dos discos de papel de filtro, contendo os tratamentos ensaiados em saueiros artificiais de <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	52
4	Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-urubu (<i>Porophyllum ruderale</i> Cass.), no acesso à área de provisão - AAP pelas operárias da saúva do nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	64
5	Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-urubu (<i>Porophyllum ruderale</i> Cass.), na marcação de território na área de provisão - MTAP pelas operárias da saúva do nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	72

- 6 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de tipi (*Petiveria alliaceae*, L.), no acesso à área de provisão - **AAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 65
- 7 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de tipi (*Petiveria alliaceae*, L.), na marcação de território na área de provisão - **MTAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 73
- 8 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de alecrimpimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), no acesso à área de provisão - **AAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 66
- 9 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de alecrimpimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), na marcação de território na área de provisão - **MTAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 74
- 10 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*), no acesso à área de provisão - **AAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 67

- 11 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*), na marcação de território na área de provisão - **MTAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 75
- 12 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.), no acesso à área de provisão - **AAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 68
- 13 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.), na marcação de território na área de provisão - **MTAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 76
- 14 Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), no acesso ao papel de filtro - **APF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 79

- 15 Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), na marcação de território no papel de filtro - **MTPF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 84
- 16 Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de tipi (*Petiveria alliaceae*, L.), no acesso ao papel de filtro - **APF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 79
- 17 Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de tipi (*Petiveria alliaceae*, L.), na marcação de território no papel de filtro - **MTPF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 85
- 18 Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de alecrim pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), no acesso ao papel de filtro - **APF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 80

- 19 Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de alecrim pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), na marcação de território no papel de filtro - **MTPF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 86
- 20 Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*), no acesso ao papel de filtro - **APF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 81
- 21 Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*), na marcação de território no papel de filtro - **MTPF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 87
- 22 Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.), no acesso ao papel de filtro - **APF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 82

- 23 Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.), na marcação de território no papel de filtro - **MTPF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 88
- 24 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), na exploração do local de tratamento - **ELT** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 91
- 25 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de tipi (*Petiveria alliaceae*, L.), na exploração do local de tratamento - **ELT** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 92
- 26 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de alecrim pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), na exploração do local de tratamento - **ELT** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 93

- 27 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*), na exploração do local de tratamento - **ELT** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 94
- 28 Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.), na exploração do local de tratamento - **ELT** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 95

RESUMO

Esta investigação foi conduzida no NUCLEF – Núcleo de Experimentação Fitossanitária, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, em Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil, durante o ano de 2002. Foram utilizadas 12 colônias artificiais, todos já em fase adulta, da saúva do nordeste *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae). Foram testados os óleos vegetais de candeieiro (*Vanillosmopsis pohlii*), cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale*, Cass.), tipi (*Petiveria alliaceae*, L.), cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.) e alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.) na concentração de 5 mg/50 ml do solvente. O solvente utilizado foi acetona PA. A mistura (óleo + solvente) foi colocada separadamente, em cada papel de filtro com o auxílio de uma microseringa nas dosagens de 0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg e 2,0 µg para cada tratamento com três repetições. A avaliação comportamental foi obtida através da observação de cinco tipos de respostas que integraram o elenco de observação: Acesso à área de provisão (AAP), Acesso ao papel de filtro (APF); Marcação de território na área de provisão (MTAP); Marcação de território na área de papel de filtro (MTPF) e Exploração do local de tratamento (ELT). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em um esquema fatorial 5x5x3 para as variáveis acesso ao papel de filtro (APF) e marcação de território na área de papel de filtro (MTPF) e 5x4x3 para as demais. As médias foram testadas ao nível fiducial de 1% utilizando-se o teste de Tukey e o grau de associação entre as variáveis foi medida através da correlação de Pearson. Para as

variáveis acesso à área de provisão - **AAP** e marcação de território na área de provisão - **MTAP** a dose de 1,5 µg mostrou-se a mais efetiva para os óleos de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale*, Cass.), cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.), tipí (*Petiveria alliacea*, L.) e alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.) enquanto que para o óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) a dose de 2,0 µg apresentou um melhor resultado. Para a variável acesso ao papel de filtro - **APF** a dose de 1,5 µg apresentou efeito alomonal durante todo o ensaio para o óleo de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale*, Cass.). Com relação a variável marcação de território no papel de filtro - **MTPF** a dose de 1,0 µg do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) apresentou efeito alomonal. Para a variável exploração do local de tratamento - **ELT** a dose de 1,5 µg apresentou efeito alomonal para o óleo de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale*, Cass.) durante todo o ensaio.

ABSTRACT

This investigation was conducted in the NUCLEF – Phytosanitary Experimental's Nucleus of the Center of Agrarians Science of the Federal University of Ceará, Campus of Pici, at Fortaleza, Ceará, Brazil during the year of 2002. There were utilized 12 artificials colonies, all in adult stage, of northeastern leaf cutting-ant, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae). Five essentials oils were assayed such as: wood-candle oil (*Vanillosmopsis pohlii*), black-vulture's marigold oil (*Porophyllum ruderale*, Cass.), tipi oil (*Petiveria alliaceae*, L.), marigold oil (*Tagetes minuta*, L.) and pepper-alecrim oil (*Lippia sidoides*, Cham.) on 5 mg/50 ml in the solvent. The solvent used was acetone Analitical Grade. The mixture (oil + solvent) was placed, separately, in each filter paper with the aid of a graduate pipette in the dosages of 0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg e 2,0 µg for each treatment with three replications. The evaluation of the behavior of the researched insects was obtained through observation of five types of answers that integrated the cast of observations: access to the provision area (AAP), access to the filter paper (APF), territory demarcation in the provision area (MTAP), territory demarcation in the filter paper (MTPF) and exploration of the provision area (ELT). The used experimental outline was randomized blocks in an factorial 5x5x3 for the variable access to the filter paper (APF) and territory demarcation in the filter paper (MTPF) and 5x4x3 for the others. The average were tested to the confident level of 1% being used the Tukey's test and the association degree among the variables was measured through Pearson's correlation. For the parameters access to the provision area

(AAP) and territory demarcation in the provision area (MTAP) the dose 1,5 µg showed the most effectiveness for the black-vulture's marigold oil (*Porophyllum ruderale*, Cass.), tipi oil (*Petiveria alliaceae*, L.), marigold oil (*Tagetes minuta*, L.) and pepperalecrim oil (*Lippia sidoides*, Cham.) although for the wood-candle oil (*Vanillosmopsis pohlii*) the dose of 2,0 µg showed the best result. For the variable access to the filter paper (APF) the dose of 1,5 µg showed alomonal effect during all assay for the black-vulture's marigold oil (*Porophyllum ruderale*, Cass.). For the variable territory demarcation in the filter paper (MTPF) the dose of 1,0 µg of wood-candle oil (*Vanillosmopsis pohlii*) presented alomonal effect. For the variable exploration of the provision area (ELT) the dose of 1,5 µg showed alomonal effect for the black-vulture's marigold oil (*Porophyllum ruderale*, Cass.) during all assay.

1 – INTRODUÇÃO

Atualmente, a ciência conhece cerca de 9.000 espécies de formigas e estima-se que exista ainda outro tanto a ser identificado nas florestas tropicais. No Brasil, entre as mais de 1.000 espécies de formigas existentes, as cortadeiras, mais conhecidas por saúvas, pertencentes aos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, têm grande importância na economia agrícola do país, podendo ser encontradas em todo território nacional. Durante muito tempo, o homem combateu intensamente este inseto e ainda o faz, utilizando toneladas de agroquímicos, sem a ocorrência de êxito. Conseqüentemente, o rompimento do equilíbrio ecológico, levou à destruição da homeostasia nos mais diversificados ecossistemas do Brasil e outras nações do continente americano.

Apesar do gasto de 7 (sete) bilhões de dólares anualmente com agroquímicos, estima-se que 37% da produção mundial é perdida por pragas e doenças, sendo que deste total 13% deve-se aos insetos (BURROWS et al., 1998). Uma análise da utilização de produtos fitossanitários na cultura da soja entre 1991-2000 revelou que a sojicultura ocupa o primeiro lugar nas vendas de defensivos agrícolas no Brasil. A maior parte do total gasto na cultura tem sido com herbicidas, seguido pelos inseticidas e fungicidas. No referido período as vendas para a cultura, em valores constantes, mostraram tendência crescente, evoluindo de U\$348,8 milhões em 1991 para U\$ 906 milhões em 2000 denotando um crescimento de 160% (FERREIRA et al., 2001).

O novo Atlas Mundial da Biodiversidade: Recursos Vivos da Terra para o Século 21, lançado em Londres pela Organização das Nações Unidas – ONU, revela que as atividades humanas alteraram 47% da superfície terrestre. Mostra que menos de 1% das 250 mil plantas tropicais foram pesquisadas e que 80% das pessoas que vivem em países em desenvolvimento dependem diretamente de remédios derivados de plantas

ou animais. Só nos Estados Unidos, 56% das 150 drogas mais usadas, que movimentam o mercado de US\$ 80 bilhões, estão relacionadas com fauna e flora silvestre (TOEPFER, 2002).

Segundo PRATES (2002) a química das plantas tem sido seriamente estudada há aproximadamente 150 anos, mas estudos de sua biosíntese são um esforço recente, o qual tem sido facilitado com o advento de técnicas modernas de identificação como a Ressonância Magnética Nuclear (RMN), Cristalografia por R-X e a disponibilidade de precursores isotopicamente marcados. Nas últimas décadas, o controle de pragas na agricultura tem sido feito basicamente através de inseticidas sintéticos, que além de gerarem altos custos e riscos ambientais, vêm apresentando sinais de resistência em determinadas espécies de pragas. A busca de sucedâneos para esses inseticidas tem nos produtos naturais provenientes de plantas, através de seus extratos ou componentes ativos, uma alternativa de interesse econômico e ecológico para o controle integrado de pragas.

O objetivo desse trabalho é investigar a ação de alguns óleos vegetais sobre o comportamento das operárias de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) em condições de laboratório e avaliar a influência desses fatores na referida espécie.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Importância

As saúvas têm se destacado como os insetos que mais danos causam à agricultura nacional. Elas são ainda estigmatizadas como o flagelo secular da nossa agricultura e como as grandes inimigas do Brasil (SALES, 1991b).

O problema resultante de sua ação é bastante antigo e nos faz retroceder à época da colonização portuguesa. Já em 1560, o padre José de Anchieta afirmava que entre as formigas do Brasil, só mereciam menção “as chamadas içás que estragavam as árvores”. Expressões como “Rei do Brasil” caracterizaram o respeito e a preocupação dos colonizadores portugueses a estes mirmicíneos, pois já naquela época só se cultivava aquilo que a saúva não cortava, segundo relatos detalhados no livro “História Natural e Médica”, de Guilherme Pidonis em 1568. Em viagem ao interior do Brasil, em 1822, o naturalista francês Auguste Saint-Hilaire escreveu o famoso vaticínio: “ou o Brasil acaba com a saúva ou a saúva acaba com o Brasil”. Quase cem anos depois, em 1928, o poeta Mário de Andrade fazia eco a esta afirmação com o poema: “pouca saúde e muita saúva os males do Brasil são!” (GAJARDONI, 1993; SALES, 1991b).

A importância das saúvas como praga está caracterizada pelo grande número de espécies de plantas que são danificadas, por sua vasta distribuição em todos os estados do País, pela densidade de seus sauveiros nas áreas infestadas, bem como, pelo elevado número de espécimes que habita cada sauveiro (COSTA *et alii*, 1983; SALES, 1979; SALES, 1991b).

Ao longo dos séculos, a saúva há-se constituído objeto de preocupação pelos prejuízos causados não só às plantas cultivadas como também pelos danos verificados na construção civil (MARICONI, 1970), provocando desta maneira, acréscimos da ordem de um quinto no orçamento das edificações (BONDAR, 1927).

No entanto, estes mirmicíneos são extremamente benéficos na manutenção do equilíbrio ecológico. SALES et al. (1982/85) demonstraram ser a saúva do nordeste um agente de intemperismo, propulsor da fertilidade do solo, afetando favoravelmente a germinação e o crescimento das plantas, tendo em vista os altos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas áreas de terra solta, em relação aos níveis observados em solos circunvizinhos tanto em ecossistemas naturais como em ecossistemas artificiais.

SALES (1982/85) em condições de campo, constatou que a aplicação de 1,14 kg de terra solta de saúveiro de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939, por cova, na ocasião do plantio de milho centralmex, proporcionou às plantas um desenvolvimento uniforme e uma produtividade 2,63 vezes superior ao cultivo sem adubação.

Um saúveiro com aproximadamente seis anos de idade, desloca 40 toneladas de terra de canais e panelas escavados para a superfície do solo, contribuindo para alterações físico-químicas no solo e na cobertura vegetal (AUTUORI, 1947; BUCHER & ZUCCARDI, 1967). As panelas de fungo dos saúveiros, localizadas no subsolo, constituem rica matéria orgânica que possibilita a multiplicação de bactérias, nematóides, ácaros e outros organismos (WEBER, 1966; SALES, 1991a), o que determina a existência e multiplicação da vida a profundidades de até 18m (TOWNSEND, 1921; SALES, 1997a).

COUTINHO (1990), constatou que fragmentos vegetais depositados nas panelas de lixo, abaixo da superfície do solo, decompõem-se e liberam nutrientes minerais que são absorvidos pelas raízes das plantas capazes de alcançarem tais profundidades.

De acordo com SALES (1991b), aproximadamente metade da celulose do substrato vegetal é metabolizada pelo fungo que o inseto cultiva. A ação podadora deste atíneo, em algumas plantas, induz o aparecimento de uma quantidade maior de novas flores e folhas, além de, em algumas situações como em regiões semi-áridas e em época de precipitação pluvial nula ou baixa, reduzir a transpiração vegetal.

Aliado a isso GONSALVES (1935), destaca o consumo do abdômen da tanajura pelos silvícolas da região amazônica como alimento de primeira qualidade, hábito aliás, bastante remoto entre nossos índios e que posteriormente, foi passado aos mestiços, colonos, colonizadores e, recentemente, aos interessados da indústria de alimentos deste país (SALES, 1996; SILVA, 1966).

Apesar disso a erradicação total da espécie foi defendida como solução definitiva para o problema (MARIANO FILHO, s.d; SAUER, 1941). Em 1991 publicou-se que o estado de São Paulo abrigava em seus ecossistemas 16 milhões de saúveiros, ou seja, 64,54 formigueiros por quilômetro quadrado. Este valor comparado com a média nacional determinada em 1947, indica que este número excede em 1,82 vezes à referida média. Portanto, em quarenta e cinco anos de controle essencialmente químico, a saúva continuou em população ascendente denotando extrema adaptabilidade ao meio (SALES, 1991b).

Assim sendo, é mais do que oportuno o compromisso do Grupo Domesticação da Saúva da Universidade Federal do Ceará perante o mirmicíneo de abandonar o

clássico enfoque do extermínio e enveredar pelo caminho do controle comportamental e a subsequente domesticação.

2.2 - O Fungo

Thomas Belt foi o primeiro a identificar a associação da saúva com o fungo, na Nicarágua, em 1868. A. Möller revelou pela primeira vez, a possível existência da forma sexual do fungo e o classificou como *Rhizites gongylophora*, ordem *Agaricales*. Posteriormente, os mirmecologistas confirmaram o fungo da família *Agaricaceae*, entretanto, transferiram a espécie *gongylophora* para o gênero *Leucocoprinus*. Acreditava-se que este fungo desenvolvia-se naturalmente nas panelas umedecidas do subsolo do saúveiro (WEBER, 1966; WILSON, 1974).

BASTOS (1988), GASPERI (1969) e MARICONI & PAIVA CASTRO (1960), escreveram que o nome científico do fungo cultivado pelas saúvas era *Pholiota gongylophora* Möeller e GALLO et al. (1988) considerava-o sinônimo de *Rhizites gongylophora*. Atualmente o nome científico *Attamyces bromatificus* Kreisel tem sido aceito como a classificação correta para este basidiomiceto cultivado pelas saúvas (ALMEIDA, 1991; WEBER, 1977).

Tal fungo é saprófita e nutre-se de substrato vegetal elaborado pelas operárias. A habilidade das saúvas de manterem a cultura pura do fungo que utilizam como alimento, não obstante a contaminação exógena de outros fungos e bactérias transportadas para as panelas vivas pelos próprios atíneos, está diretamente ligada às secreções salivares e anais depositadas na massa fúngica. Em condições naturais os contaminantes fúngicos são eliminados pelo ácido beta-hidróxi-decanóico ou mirmicacina, que elaborado pelas operárias, inibe a germinação de esporos. As secreções salivares e as gotículas anais

depositadas direta e indiretamente sobre a esponja fúngica estimula o crescimento do fungo (CUNHA, 1936; SALES, 1991b; STRADLING & POWELL, 1986; VELHO, 1948; WEBER, 1955; WEBER, 1976).

A dependência mutualística existente entre as saúvas e o fungo por elas cultivado, permitiu a esses mirmicíneos explorarem uma variedade de recursos alimentares que antes não eram aproveitados. MARTIN & MARTIN (1970) verificaram que a associação entre *Atta colombica* e seu fungo de alimentação está baseada em uma aliança bioquímica firmada sobre a integração metabólica. Assim, o fungo, que é completamente deficiente de enzimas proteolíticas responsáveis pela digestão do substrato rico em nitrogênio, predominantemente, na forma de proteína, compensa essa deficiência metabólica através das secreções anais da formiga, periodicamente aplicado sobre ele e abundante em ácido alantóico, alantoína, amônia e uma mistura de 21 aminoácidos. Em contrapartida, o fungo digere o material vegetal ofertado pelas saúvas. Desse modo, as formigas operárias contribuem diretamente com a sua capacidade de degradação protéica para o fungo, e este, por sua vez, contribui com a sua habilidade de degradação da celulose para as formigas.

Os mirmicíneos da tribo *Attini* estão agrupados em 190 espécies distribuídas em 11 gêneros que cultivam o fungo como fonte de alimento. Alfred Möller, em 1893, constatou que as extremidades das hifas produziam entumescências de forma esférica ou elipsoidal as quais denominou de “kohlrabi” em alusão à semelhança que apresentavam com a porção globular do bulbo comestível da olerícola, *Brassica oleracea caulorapa*. Posteriormente, foi proposto por N.M.Wheeler a denominação gongilídia para estas estruturas, sendo esta, a de melhor aceitação pelos entomologistas,

e, a micologicamente correta (SALES, 1991b; STRADLING & POWELL, 1986; WEBER, 1966).

A literatura entomológica mais recente, tem enquadrado a saúva como um animal herbívoro. Certamente uma colocação forçada pois este atíneo não consome plantas, embora possa ingerir o suco celular das porções vegetais cortadas e utilizar seus nutrientes bem como, utilizar uma fração do líquido celular para irrigar a massa fúngica. Os nutrientes necessários ao desenvolvimento normal dos imaturos são obtidos das gongilídeas. Por outro lado, os adultos obtém apenas 5% de seus requerimentos energéticos dessa fonte, sendo que, o suco celular das plantas cortadas pode satisfazer as exigências energéticas do adulto, por 24 horas (FEBVAY & KERMARREC, 1986; SALES, 1991b).

A produção de esporos pelo fungo é duvidosa, senão impossível. A secreção de mirmicacina, pelas operárias, confirma a impossibilidade de esporos envolverem-se na propagação, além disso o fungo é constantemente podado pelas operárias para impedir a formação do píleo ou chapéu dos agaricáceos. Evidências sugerem que não apenas diferentes espécies de atíneos cultivam a mesma espécie de fungo, mas que através dos métodos vegetativos de propagação, estas culturas constituem clones fúngicos que podem ser utilizados por mais de uma espécie de mirmicíneo (ALMEIDA, 1991; STRADLING & POWELL, 1986; WEBER, 1966; WEBER, 1977). Reforçando essa idéia, VERNALHA & CARNEIRO (1954), verificaram uma perfeita aceitação por parte de *Atta*, do fungo cultivado pelas formigas do gênero *Acromyrmex*, embora não tenha sido possível a identificação através de cultura natural, ou em laboratório, do fungo dessas espécies de saúvas.

Entretanto, MARICONI (1970) destacando investigação própria com outros autores, indica que a saúva limão, *A. sexdens rubropilosa* Forel, 1908 e a saúva mata-pasto, *A. bisphaerica* Forel, 1908 cultivavam fungos diferentes, apesar de não terem conseguido identificá-los. Todavia, era crença geral, inclusive entre os entomologistas, que a espécie, em referência, fosse o *Pholiota gongylophora*.

DELLA LUCIA et al. (1987) em ensaio laboratorial com uma colônia de *A. sexdens rubropilosa*, observaram que um basidiocarpo de um fungo agaricóide formou-se na massa fúngica. As formigas foram incapazes de suprimir a expansão do basidiocarpo, embora elas cortassem partes do píleo ou chapéu dos agaricáceos na tentativa de inibir a sua abertura. As formigas também empilhavam folhas e flores cortadas no topo do basidiocarpo, em um esforço de reincorporar tal estrutura no jardim de fungo. O basidiocarpo foi então removido e colocado em um recipiente esterilizado contendo algodão umedecido para manter a umidade e, ao cabo de dois dias, iniciou-se o processo de abertura do píleo formando uma espécie de roseta sustentada pelo estipe através de filamentos de hifa. Baseado nas características morfológicas, os autores concluíram tratar-se do gênero *Leucoagaricus* (Locq.) Singer.

MUCHOVEJ et al. (1991) descreveram essa espécie de fungo como *Leucoagaricus weberi*, em homenagem a N.A.Weber, entomologista americano que muito contribuiu para o conhecimento dos fungos cultivados pelas saúvas. Os autores observaram a presença de hifas oleíferas que produziam uma substância resinosa nos tecidos do basidiocarpo. De acordo com QUINLAN & CHERRETT (1979) apud MUCHOVEJ et al. (1991) essa resina era formada de hidrocarbonetos de cadeia longa, que possuía um alto teor de carboidratos os quais eram utilizados pelas formigas. No entanto, a seção *Leucoagaricus* que abriga tal gênero, nunca havia sido descrita

contendo fungos com hifas oleíferas ou resinosas, e como tal característica foi bastante evidente e distinta das características morfológicas usuais para descrever essa seção, a introdução de uma nova seção *Oleoagaricus* para abrigar esse gênero parecia ser a decisão mais acertada. Assim, a nova espécie foi descrita como *Leucoagaricus weberi* seção *Oleoagaricus*.

Apesar do conhecimento acumulado ao longo dos anos sobre os indivíduos da tribo *Attini* e sua capacidade de desfolha, muito pouco se sabe sobre a evolução desses fungos simbiotes responsáveis pela decomposição das folhas. Deste modo HINKLE et al. (1994) examinaram e compararam seqüências de bases de RNA de fungos simbiotes cultivados por 5 gêneros diferentes de atíneos e, em seguida, procedeu-se o exame dos fungos simbiotes e das formigas, através do estudo comparativo entre as árvores filogenéticas dos fungos e das formigas. Esse estudo filogenético demonstrou que os fungos simbiotes eram basidiomicetos e que tais fungos evoluíram paralelamente às suas companheiras formigas.

De acordo com os autores, as 5 espécies de atíneos observadas nesse trabalho foram: *Cyphomyrmex rimosus*, *Apterostigma collare*, *Sericomyrmex bondari*, *Trachymyrmex bugnioni* e *Atta cephalotes*. No estudo foi, também, observado duas espécies de fungos de vida livre: *Agaricus bisporus* e *Lepiota procera*. As comparações genéticas demonstraram claramente que 4 das 5 espécies estudadas cultivavam basidiomicetos de gêneros diferentes onde, somente os fungos simbiotes de *Sericomyrmex* e *Trachymyrmex* eram suficientemente similares, com apenas 2 nucleotídeos diferentes, de tal forma que permitiam colocar seus simbiotes no mesmo gênero.

As comparações genéticas de nucleotídeos diferentes entre as outras espécies de atíneos, variaram de 26 entre simbiontes de *Atta* e *Cyphomyrmex* até 80 para simbiontes de *Apterostigma* e *Sericomyrmex*. Esse número de nucleotídeos diferentes foi similar ao observado entre famílias de fungos diferentes, como por exemplo, 35 nucleotídeos diferentes entre *Agaricus bisporus* e *Lepiota procera*.

Os autores sugerem, através desse estudo, que a diversificação dos atíneos e de seus fungos foram devido a simbiose, e por esta razão, adaptações simbióticas específicas e bem desenvolvidas devem ser esperadas. A coadaptação que proporcionou o ancestral desses atíneos a usar material verde fresco como substrato para o crescimento desses fungos, pode ter envolvido uma inovação no desenvolvimento fisiológico por parte desses fungos. Nesse caso, seria improvável a sobrevivência desses atíneos se os seus fungos simbiontes forem exterminados por alguma agressão enérgica à natureza.

2.3 – Plantas hospedeiras

Várias plantas são danificadas pelas saúvas, entre elas estão: algodoeiro, cafeeiro, cana-de-açúcar, capins, eucalipto, laranjeira, mandioca, milho, roseira, feijoeiro, plantas hortícolas e dicotiledôneas silvestres (ARAÚJO E SILVA et al., 1968; GONÇALVES, 1951; MARICONI, 1970).

Em relação à flora cearense, a saúva do nordeste prefere, na Serra de Baturité, a laranjeira, mandioca, feijão, roseira, plantas olerícolas e eucaliptos, cortando ainda o cafeeiro novo e, às vezes, folhas de bananeiras e de cana-de-açúcar, não se constituindo, porém, praga destas culturas (GONÇALVES, 1951). Referindo-se ainda à flora cearense, diz que no sertão esta saúva ataca o milho, o feijão e algodoads novos com 20

cm de altura, embora SALES (1981) apud SILVA (1981) tenha observado a saúva do nordeste cortando folhas de algodoeiro arbóreo em Fortaleza e Quixadá, Ceará com mais de dois anos de idade.

SILVA (1981) observou esse mirmicíneo cortando, na flora fortalezense, o capim gengibre, *Paspalum maritimum* Trind., folhas de azeitona, *Syzygium jambolana* DC, folha seca e polpa de manga, *Mangifera indica* Linn., flores e frutos de castanhola, *Terminalia catappa* Linn. e plantas nativas secas e verdes.

Percorrendo ainda o Ceará, GONÇALVES (1951) observou em Pacajús, extensas áreas de carnaubais com plantas de todas as idades, com numerosos sauveiros de *A. opaciceps*. As plantinhas novas de carnaúba não apresentavam qualquer ataque das formigas. Fato similar relata o mesmo autor no Piauí, onde apesar da proximidade dos sauveiros e a época ser de pleno verão, não havendo nenhuma opção de plantas verdes nos arredores para serem cortadas, as saúvas também não cortavam a carnaúba.

Durante a observação dos hábitos alimentares da saúva do nordeste em Fortaleza, Ceará, notou-se plantios de milho, feijão e mandioca dentro de áreas infestadas desse inseto. Porém as folhas, apesar de vicejarem à vizinhança dos olheiros, não eram afetadas, preferindo o inseto cortar plantas nativas situadas a grande distância de seus sauveiros. Constatou-se também, em áreas de pasto nativo, com predominância de capim gengibre, colônias de *A. opaciceps* preferindo atacar outras plantas nativas a 15 m da sede do sauveiro (SILVA, 1981).

A preferência da saúva do nordeste por plantas nativas localizadas a certa distância do sauveiro, existe sem sombra de dúvida, pois em áreas com plantios de feijão e soja, em que a densidade de sauveiros era de 8 sauveiros por hectare, as saúvas mesmo com olheiros dentro das fileiras de plantas, percorrendo as entrelinhas de

cultivo, iam cortar monocotiledôneas e dicotiledôneas localizadas nas proximidades (GONÇALVES, 1984).

2.4 – Fatores que afetam o Comportamento de Busca de Provisão das Saúvas

Segundo SALES (1991b) vários fatores colaboram no processo de escolha das plantas a serem cortadas e transportadas pelas saúvas para o interior das painéis. Além dos fatores bióticos, existem os agentes abióticos que interferem na seleção de uma determinada espécie vegetal. Dentre as características das plantas destacam-se: a) O aspecto físico das folhas - Plantas com folhas de maior densidade e coriáceas são menos escolhidas que aquelas que integram a média de uma comunidade vegetal. Achados entomológicos indicam ainda que as plantas lactíferas são menos preferidas. b) Umidade foliar - O teor de umidade das folhas é importante não só para a própria fisiologia da saúva, mas, para assegurar o desenvolvimento do fungo. Deste modo, folhas com maior teor de umidade são preferidas em comparação aquelas de médio ou baixo conteúdo de água. c) Nutrientes das plantas - Evidências experimentais comprovam que os açúcares diluídos no líquido celular e obtidos pelas operárias quando da dilaceração das folhas, são prontamente aproveitados pelas saúvas como requerimento energético às suas funções (HOWARD & WIEMER, 1986). d) Metabólitos secundários - As saúvas evitam as plantas que apresentam substâncias tóxicas. Os taninos e o alcalóide quinina inibem o corte e o transporte de material com estes constituintes. e) Partes vegetais - As flores são as estruturas favoritas das saúvas. Uma mesma espécie vegetal em que a saúva utiliza folha e flor como substrato, ela busca a primeira estrutura quando a última deixou de se fazer presente na espécie.

danificada. Na saúva limão, *A. s. rubropilosa* o consumo de folhas aumenta à medida que o número de flores de *Mahonia aquifolium* entra em declínio (SALES, 1986).

Embora os estímulos físicos possam colaborar no processo de seleção, os registros entomológicos confirmam a grande influência dos queromônios no processo de escolha para o corte e transporte das plantas favoritas (ARAÚJO E SILVA et al., 1968; SALES, 1986; SOUZA, 1965).

De acordo com HUBBELL et al. (1983) operárias de *Atta cephalotes* L. raramente ou nunca atacam a espécie *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae:Caesalpinioideae) oriunda das florestas semi-decíduas da Província de Guanacaste, Costa Rica. Isto acontece devido a presença de um composto do metabolismo secundário da planta com propriedades repelentes presentes nas folhas denominado cariofileno epóxido. Em um ensaio de campo a espécie *Spondias purpúrea* L. (Anacardiaceae) preferencialmente atacada pelos insetos foi tão repelente quanto a espécie *Hymenaea courbaril* L. quando tratada com a substância repelente. Ainda segundo o autor, como os indivíduos coletam as folhas para cultivar o fungo que alimenta toda a colônia, principalmente suas larvas, os insetos evitam de maneira seletiva àquelas plantas que contenham algum composto tóxico para o seu fungo. O autor testou o composto cariofileno epóxido contra o fungo e observou que esta substância é extremamente tóxica não só ao fungo cultivado pelas formigas mas também para outras espécies de fungo.

Ainda que as espécies de formigas cortadeiras de folhas (*Atta*) são insetos polívoros, muitas espécies de plantas facilmente disponíveis para elas no campo escapam a seu ataque. É razoável presumir que ao menos uma destas espécies podem ser evitadas pelas saúvas em razão de possuir algum tipo de proteção química que possa

ser tóxica tanto para os indivíduos quanto para o fungo que elas cultivam, ou para os dois. Os autores estudaram a preferência de *Atta cephalotes* em relação à planta hospedeira em laboratório e em campo. Os resultados indicam que os atíneos apresentam coletivamente uma resposta continuamente graduada quando são colocados diante de uma seleção simultânea de folhas de muitas espécies. Os resultados também revelam que as saúvas possuem a capacidade de fazer distinções muito sutis no tocante à qualidade das folhas, não somente entre espécies, como também entre plantas individuais dentro da mesma espécie e entre folhas de diferentes partes da mesma planta (HUBBEL & WIEMER, 1983).

Experimentos de campo indicam que a concentração foliar de taninos condensados afeta a seleção de material vegetal de *Inga oerstediana* Benth., uma espécie de leguminosa tropical, pelas saúvas. Em um estudo o aumento da concentração de tanino foi correlacionada com o decréscimo na aceitabilidade do material vegetal pelas saúvas, exceto em baixas concentrações de tanino. Resultados de um segundo estudo, indicam que quando a concentração de tanino nas folhas é baixa as saúvas aparentam selecionar o material vegetal com base no seu aspecto nutricional, principalmente com relação ao teor de proteína. Em laboratório os ensaios indicaram que um tanino condensado disponível comercialmente denominado “quebracho” inibiu a busca de provisão dos insetos. Novamente, uma baixa concentração desse composto comercial também afetou pouco esse comportamento. O fungo cultivado pelas saúvas produz enzimas tal como a polifenol oxidase (PPO), que são capazes de inativar taninos. A atividade dessa enzima pode explicar porque as baixas concentrações de tanino condensado não impedem as saúvas de cortar e transportar esse material vegetal. O autor sugere que a atividade da enzima PPO esteja ausente em culturas de fungo sem

tanino e que apenas em elevadas concentrações de tanino ocorre a inibição do fungo (ORIAN, 1991).

HOWARD et al. (1988) testaram quatro produtos naturais que apresentaram atividade deterrente para a espécie *Atta cephalotes* e que inibem o crescimento do seu fungo. As substâncias caracterizadas como terpenóides são: (1) cariofileno, (2) cariofileno epóxido, (3) kolavenol, (4) nerolidol. Todas elas foram isoladas de plantas nativas presentes no raio de ação da espécie estudada, incluindo *Hymenaea courbaril* (1, 2), *Melampodium divaricatum* (2, 3) e *Vismea baccifera* (2, 3 e 4). Três dos quatro produtos testados apresentaram algum grau de efeito deletério contra os atineis e seu fungo simbiote. A substância cariofileno não demonstrou qualquer impacto nos indivíduos adultos mas diminuiu o crescimento do fungo. Nerolidol e cariofileno epóxido apresentaram forte efeito deletério tanto na sobrevivência dos indivíduos adultos quanto no crescimento fúngico.

WALLER (1982) cita que as formigas cortadeiras (Formicidae:Attini) caracteristicamente nunca atacam algumas espécies de plantas comumente encontradas em seu habitat. Essas plantas podem ter vários mecanismos de defesa contra os insetos. No Texas, folhas maduras de *Sapindus saponaria* (Sapindaceae) e de *Celtis reticulata* (Ulmaceae) não são palatáveis para as operárias de *Atta texana* Buckley, enquanto folhas maduras de *Berberis trifoliata* (Berberidaceae) são palatáveis para os indivíduos mas são muito espessas para o corte. No entanto, folhas jovens de *Celtis* e de *Berberis* são palatáveis e podem ser cortadas pelas saúvas.

De acordo com WETTERER (1990, 1994), estudos com *Atta cephalotes* (L.) em florestas tropicais da Costa Rica demonstrou haver diferenças no padrão de forrageamento em relação ao ciclo diário dos indivíduos. Na maioria das colônias

estudadas a busca de provisão ocorreu principalmente no período noturno embora algumas colônias tenham apresentado uma maior atividade durante o dia. À noite, as operárias carregavam fragmentos frescos de folhas enquanto que durante o dia a maioria dos indivíduos carregavam fragmentos secos ou outros materiais vegetais coletados ao longo da trilha. Em uma trilha estudada, onde a busca de provisão foi mais acentuada no período noturno, a relação entre a massa dos indivíduos e a massa transportada foi comparada para os insetos durante o dia e à noite. Os indivíduos que coletavam material no período noturno eram maiores, transportavam uma maior quantidade de material vegetal, apresentando uma elevada correlação entre sua massa e a massa transportada do que aqueles que transportavam material vegetal durante o dia. Essa diferença pode ser atribuída ao fato de que à noite o material coletado são fragmentos frescos de folhas e outras partes de vegetais com elevado teor de umidade enquanto que durante o dia o material coletado é basicamente fragmentos abandonados ao longo da trilha com baixo conteúdo de umidade. O elevado polimorfismo característico dos insetos eusociais, principalmente no caso das saúvas, a divisão de trabalho por castas influencia diretamente o padrão de busca de provisão dessas espécies pois as tarefas são subdivididas de acordo com o tamanho das operárias. Dessa forma as operárias maiores são responsáveis pela vegetação mais robusta cortando folhas e partes da planta mais espessas. Além disso as operárias maiores podem transportar uma maior quantidade de material vegetal com uma velocidade maior.

Comportamento semelhante foi encontrado por RUDOLPH & LOUDON (1986) onde observaram que a velocidade de transporte de operárias de *Atta cephalotes* (L.) é maior com o aumento do tamanho dos indivíduos e com a diminuição do tamanho do material transportado. As operárias são seletivas em relação ao tamanho do material

transportado de tal forma que quando cortam folhas de diferentes densidades a massa verde transportada está mais relacionada ao tamanho do indivíduo do que a superfície da área cortada. Isto significa que as saúvas escolhem a sua carga baseado na massa de material vegetal e não no tamanho do material cortado devido a possíveis desvantagens em relação a transportar material vegetal com uma superfície de área maior tais como distúrbios pelo vento ou pela chuva.

ROCKWOOD & HUBBELL (1987) avaliando seleção de plantas hospedeiras coletadas por indivíduos de *Atta cephalotes* L. observaram que as colônias sempre buscavam mais de uma espécie de planta, no entanto, na média, apenas uma espécie constituía quase a metade da sua dieta. A medida que a fonte principal de provisão se exauria, as saúvas exibiam uma maior diversidade na sua escolha. Além disso, as saúvas apresentavam uma maior seletividade para as espécies atacadas em distâncias maiores da colônia. No entanto, esses atíneos não atacavam essas espécies palatáveis próximas à colônia preferindo explorar essas espécies a grandes distâncias. Isso pode ser explicado, segundo os autores, pelo fato dos indivíduos possuírem uma estratégia de conservação de recursos no intuito de evitar que as espécies desejadas próximas à colônia fossem rapidamente exploradas. Quando os indivíduos encontram uma fonte de provisão aceitável a colônia prefere se concentrar em explorar essa fonte de provisão a buscar uma nova fonte distante da trilha estabelecida.

Diferenças nos compostos químicos entre folhas jovens e maduras podem ditar o padrão de escolha na provisão das saúvas. Folhas jovens e maduras da leguminosa tropical *Inga edulis* var. *minutula* Schery, são ricas em compostos secundários especialmente taninos condensados e possuem folhas espessas de aspecto coriáceo. Baseado em ensaios com dois diferentes tipos de folhas os resultados indicaram que os

indivíduos sempre preferiam as folhas mais velhas sendo sua seleção baseada no aspecto químico. Como os extratos das folhas jovens apresentavam elevada inibição das pectinases do fungo, os autores sugerem que as saúvas eram capazes de distinguir que tipo de folha eram mais indicada para promover o desenvolvimento do fungo. No entanto, folhas mais velhas eram três vezes mais espessas do que as folhas jovens e esse fato evitava que as saúvas cortassem esse tipo de folha de forma mais constante. Conseqüentemente os autores sugerem que a qualidade do habitat onde se encontra a colônia indicaria se os indivíduos cortarão mais ou menos as folhas jovens ou maduras. Colônias que se localizam em áreas com elevado número de plantas hospedeiras desejáveis evitam a leguminosa *Inga edulis* enquanto que aquelas presentes em habitats pobres em fontes de provisão desejáveis aceitam a referida leguminosa, mas devido às suas folhas coriáceas normalmente cortam as folhas jovens mesmo sendo inibidoras do fungo (ORIAN & SCHULTZ, 1990).

De acordo com ROCES (1993) e ROCES & NUÑEZ (1993) a informação sobre a qualidade da fonte de provisão influencia o recrutamento e o transporte de provisão por parte das operárias de *Acromyrmex lundii*. Os autores observaram que a identificação da fonte de provisão depende da informação sobre a qualidade da provisão transferida por uma única recrutadora. Em um ensaio onde as operárias encontravam um pedaço de parafilme após terem sido recrutadas por um indivíduo a partir de uma gota de solução de açúcar a 10% cortaram mais fragmentos do que aquelas recrutadas a partir de uma gota de solução de açúcar mais diluída (1%). A proporção de indivíduos recrutados que participaram da formação da trilha e transportavam os fragmentos de volta a colônia foi maior para aquelas saúvas recrutadas a partir da solução de açúcar a 10% do que para a solução a 1%. Como as operárias recrutadas em ambas as condições encontravam o

mesmo material na fonte de provisão e que não tiveram nenhum contato com a solução de açúcar, suas respostas não dependem de uma avaliação individual da fonte de provisão, sugerindo que as operárias confiam na decisão tomada pela recrutadora inicial. A velocidade do recrutamento também depende da informação sobre a qualidade da fonte de provisão transferida pela recrutadora inicial. As saúvas se locomovem mais rapidamente quando recrutadas a partir da solução de açúcar mais concentrada. Os resultados sugerem que a decisão de transferir a informação sobre a qualidade da fonte de provisão motiva a recrutadora a retornar rapidamente para a colônia e incitar o recrutamento ao invés dela mesma iniciar o corte e o transporte do material vegetal.

2.5 – Óleos Essenciais

O termo “óleo essencial” é empregado para desinar líquidos oleosos voláteis, dotados de aroma forte, quase sempre agradável, extraídos de plantas por alguns processos específicos, sendo o mais comum a destilação por arraste com vapor d’água (GUENTHER, 1972).

Até meados da década de 60, pouco se conhecia sobre a composição química da flora odorífera nordestina. No tocante aos óleos vegetais e seus derivados e constituintes menos ainda. A ocorrência destes óleos essenciais e as propriedades aromáticas de plantas do Nordeste podem ser encontrada em textos botânicos e em dicionários vegetais dos mais diversos autores. Muitas substâncias naturais, entre elas os óleos essenciais e seus derivados, usadas como matéria-prima pela indústria química, tiveram que ser exportadas por conta do total impedimento de competição com seus sucedâneos sintéticos, obtidos a preços mais baratos.

O estudo da flora odorífera do Nordeste resultou na descoberta de vários óleos essenciais de potencial importância econômica. Alguns dos novos óleos descobertos mostraram que podem se importantes fontes de matérias-primas para a indústria química enquanto que outros são dotados de propriedades aromatizantes, farmacológicas e anti-sépticas dentre outras. Paralelamente, resultados de importância científica também foram alcançados, destacando-se entre eles o levantamento das plantas odoríferas nordestinas, a identificação botânica de suas espécies e a determinação da composição química dos seus constituintes voláteis (CRAVEIRO et al. 1981).

Alguns óleos vegetais são frequentemente usados como fragrância de perfumes, temperos de alimentos industriais e ainda como repelente à insetos. Investigações recentes em vários países confirmam que alguns óleos essenciais não somente repelem insetos, por ações de contato e fumigação, como também possuem ação fungicida contra alguns patógenos vegetais importantes. Nos dias atuais o grande desafio é desenvolver pesticidas que reduzam o risco de efeitos tóxicos e sub-letais. Alguns terpenos e fenóis de óleos vegetais estão sendo investigados com este propósito a fim de combater o verme do fumo, *Spodoptera litura* e o afídeo verde do pêssego, *Myzus persicae* (ISMAN, 2000). O autor ressalta em seu trabalho (i) a modificação das atividades biológicas dos óleos essenciais e seus constituintes; (ii) sua toxicidade e o modo de ação nos insetos estudados; (iii) seu impacto ambiental nas culturas; (iv) sua comercialização.

De acordo com PRATES (2002), nos organismos vivos compostos químicos são sintetizados e degradados através de uma série de reações químicas mediadas por enzimas em processos conhecidos como metabolismo. Através de rotas metabólicas

similares os organismos sintetizam e utilizam certas espécies químicas essenciais: açúcares, aminoácidos, nucleotídeos e seus polímeros derivados (polissacarídeos, proteínas, lipídios, DNA). Este é o metabolismo primário e seus compostos, denominados metabólitos primários, são essenciais para a sobrevivência desses organismos. A maioria dos organismos utilizam ainda outras rotas metabólicas produzindo compostos sem aparente utilidade. Estes produtos são metabólitos secundários, os quais são também denominados "produtos naturais", e a rota através da qual são produzidos constituem o metabolismo secundário. Os metabólitos secundários ou produtos naturais são produzidos pelas principais rotas metabólicas: a) Rota Acetato – leva à formação, por exemplo, da azadiractina produzida em várias partes da planta nim (*Azadirachta indica*) e das piretrinas extraídas das flores do *Crisantemum cinerariaefolium*, planta da família Compositae. b) Rota Chiquimato – onde são produzidos os ácidos cinâmicos, destacando-se o ácido ferúlico, o qual vem sendo estudado como fonte de resistência a insetos e doenças. c) Rota Aminoácidos – leva a um grupo de substâncias denominadas alcalóides, como a nicotina produzida nas folhas do fumo (*Nicotiana tabacum*).

Ainda segundo o autor, na agricultura dentre os produtos naturais que têm se mostrado úteis ao controle de pragas, pode-se citar a nicotina extraída das folhas do fumo (*Nicotiana tabacum*), que é utilizada no combate de pulgões de árvores frutíferas. A rotenona extraída das raízes do timbó (*Derris elliptica*) foi muito utilizada pelos índios brasileiros na pesca, devido ao seu efeito paralisante sobre peixes, e na agricultura, é utilizada no combate a pulgões, lagartas e alguns tipos de ácaros. Destaque, no entanto, deve ser dado a piretrina, extraída da planta *Crisantemum cinerariaefolium* a qual teve seu uso como inseticida iniciado em 1850. A importância

do uso da piretrina deve-se ao seu efeito rápido contra insetos voadores, combinado com sua baixa toxicidade em mamíferos. A instabilidade da piretrina na presença de ar e luz levou ao desenvolvimento de novos inseticidas derivados conhecidos como piretróides sintéticos.

O autor continua afirmando que, ao contrário das pragas e doenças que aparecem eventualmente, a infestação de plantas daninhas está sempre presente na área de cultivo e é causada por diversas espécies. O controle de plantas daninhas fortemente apoiado em herbicidas tem trazido sérios problemas ao meio ambiente. Aqui, também, a proteção de culturas tem nos produtos naturais uma alternativa ecológica promissora. O exemplo clássico desse tipo de interação é o efeito alelopático observado na noqueira (*Juglans* sp.), onde há um envenenamento das plantas que crescem sob a sua copa, provocada pela juglona armazenada nas folhas verdes. A juglona é produzida após as folhas caírem ao chão. O conhecimento das estruturas químicas dos produtos naturais, bem como de suas funções nas interações das plantas com os organismos vizinhos, possibilita uma melhor compreensão dos mecanismos bioquímicos envolvidos nessas interações, tornando possível o desenvolvimento de novos agentes biocidas.

2.5.1 – Características dos Óleos Vegetais Utilizados

2.5.1.1 – Candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*)

Possui a seguinte classificação taxonômica:

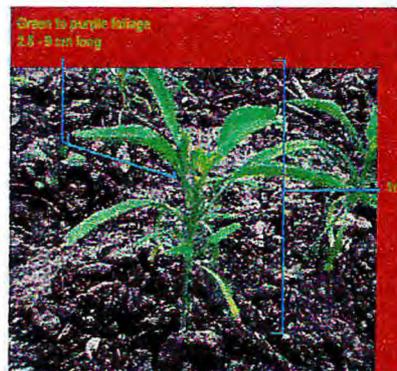
Reino: *Plantae*

Filo: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Ordem: *Asterales*

Família: *Asteraceae*



Gênero: *Vanillosmopsis*

Espécie: *pohlii*

Vulgarmente conhecida como candieiro e candeia, entre as espécies mais conhecidas destacam-se: *Vanillosmopsis arborea*, Baker e *Vanillosmopsis erythropappa*, Schultz-Bip. (MATOS, 2002).

O óleo essencial é extraído da casca do tronco das árvores e contém cerca de 69% de alpha-bisabolol, substância reportada como possuidora de atividade anti-inflamatória (CRAVEIRO et. al., 1989).

A análise química segundo ANDRADE-NETO (2002) revelou os seguintes compostos:

SUBSTÂNCIA	KI	%
B-elemeno	1391	0,7
NI-1		2,8
Trans-cariofileno	1418	4,6
Alfa-humuleno	1454	0,6
Beta-cubebeno	1512	0,5
NI-2		1,1
NI-3		0,6
Espatuleno	1576	2,7
NI-4		2,6
Oxido de bisabolol	1655	3,4
Alfa-bisabolol	1683	79,0
NI-6		0,7
NI-7		0,6
TOTAL		92,1

Tabela 1 – Porcentagens de componentes voláteis identificados nas amostras de caules de Candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) coletadas no município de Seabra-Ba, junho, 2000.

A esquistossomose é uma doença endêmica causada por helmintos do gênero *Schistosoma*. O ciclo de vida do parasita envolve a infecção de algumas espécies de moluscos. No Brasil, caracóis do gênero *Biomphalaria*, em especial, *B. glabrata* são os

mais importantes hospedeiros intermediários do vetor da esquistossomose, *Schistosoma mansoni*. Segundo MENDES et. al. (1999) o extrato cru de *Vanillosmopsis arborea*, Baker apresentou atividade moluscida no controle do caracol *Biomphalaria glabrata* principal hospedeiro da esquistossomose causada por helmintos da espécie *Schistosoma mansoni*. De acordo com o trabalho, 66 espécies pertencentes ao gênero *Asteracea* foram testadas contra adultos de *B. glabrata* para a seleção de extratos ativos. A atividade moluscida de *Vanillosmopsis arborea* foi reportada pela primeira vez. Extratos de *V. Arborea* também foi responsável pela inibição da penetração cercarial de *S. mansoni* em caudas de camundongos e também mostrou efeito contra larvas de diversos helmintos parasitos. Estudos anteriores já revelavam a presença de vários terpenóides e sesquiterpenóides que são responsáveis pela atividade acima descrita.

2.5.1.2 – Cravo-de-Urubú (*Porophyllum ruderale* Cass.)

Possui a seguinte classificação taxonômica:

Reino: *Plantae*

Filo: *Magnoliophyta*

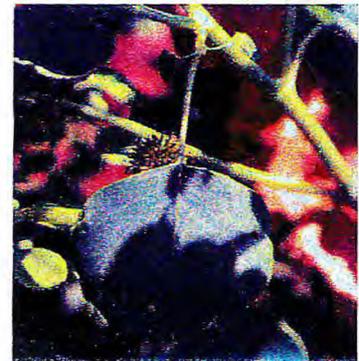
Classe: *Magnoliopsida*

Ordem: *Asterales*

Família: *Asteraceae*

Gênero: *Porophyllum*

Espécie: *runderale*



De acordo com MATOS (2002), tem como sinónimas: couve-cravinho, couvinha e erva-couvinha.

A análise química segundo ANDRADE-NETO (2002) revelou os seguintes compostos:

SUBSTÂNCIA	KI	%
Sabineno	959	1,8
Beta-pineno	962	1,1
Beta-mirceno	978	0,9
Limoneno	1022	75,1
Decanal	1201	1,7
Metenol -1,9	1290	1,4
Dodecadienal	1435	15,5
Gama-elemene	1438	2,4
TOTAL		99,9

Tabela 2 – Porcentagens de componentes voláteis identificados nas amostras de folhas de Cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale*) coletadas no município de Baturité-Ce, junho, 1999.

Análise em CG-MS de folhas de *Porophyllum obscurum* (Spreng.) D.C. mostrou a presença de 27 compostos. Os principais foram β -pineno (16,3%), β -cariofileno (14,1%), trans-sabineno (12,8%) e undeceno (12,4%) (LABUCKAS et al., 1999). Em um estudo semelhante LOAYZA et al. (2000) analisou o óleo das partes aéreas de *P. ruderale* e identificou 26 componentes (93% da composição total) sendo o componente em maior quantidade o sabineno (64%).

JORGE et. al. (1997a) avaliou a ação do extrato cru liofilizado de “cravinho” *Porophyllum ruderale*, Cass com e sem clorofila no controle de *Leishmania*. Formas promastigotas de *Leishmania (Viannia) braziliensis* e *Leishmania (Leishmania) amazonensis* foram testadas em diferentes concentrações do extrato. Para *Leishmania (V.) braziliensis* no extrato com clorofila a melhor inibição ocorreu no intervalo entre 0,75 mg/ml e 1,15 mg/ml, sendo que na concentração de 0,75 mg/ml foi observado 30,4%, 34,4% e 53,2% de inibição em 24h, 48h e 72h de incubação, respectivamente. Para *Leishmania (L.) amazonensis* na concentração de 2,5 mg/ml do extrato cru sem clorofila foi observado uma inibição no crescimento de 45,5%, 85,2% e 91,1% e de 46,3%, 64,1% e 87,6% para o extrato com clorofila nos mesmos intervalos de tempo.

Esses resultados demonstraram que o extrato utilizado apresentou atividade anti-leishmanial *in vitro* notadamente para as formas promastigotas de *Leishmania (L.) amazonensis*.

Em um segundo experimento, o mesmo autor avaliou o efeito do extrato cru de “cravinho” *Porophyllum ruderale*, Cass e sua atividade anti-leishmanial no controle de formas promastigotas de *Leishmania (Viannia) braziliensis* e *Leishmania (Leishmania) amazonensis* em testes *in vivo*. Para o teste *in vivo*, foram utilizados três grupos de cinco hamsters cada um (tratamento, controle positivo e controle negativo). Os animais foram tratados durante 90 dias com uma aplicação tópica de um unguento contendo 10% de extrato cru de *P. ruderale*. Para *L. (L.) amazonensis*, no grupo dos animais tratados, apenas um animal apresentou ulceração enquanto que os demais apresentaram cicatrização parcial com edema. No controle positivo todos os animais apresentaram ulcerações. No experimento com *L. (V.) braziliensis* dos cinco animais do grupo tratado, apenas um apresentou ulceração com diâmetro maior que 9 mm, enquanto que no grupo do controle positivo, três animais (60%) apresentaram ulcerações nesse aspecto. Segundo o autor, os resultados demonstraram que o extrato cru utilizado mostrou atividade anti-leishmanial *in vitro* para as formas promastigotas de *L. (V.) braziliensis* e apresentou decréscimo nas lesões *in vivo* (JORGE et. al. 1997b).

GUILLET et al. (1998) em um ensaio para avaliar a ocorrência de compostos voláteis em *P. ruderale* e seu papel na defesa contra insetos, identificaram um total de 12 substâncias derivadas de mono e sesquiterpenos e de ácidos graxos. Os autores observaram que a cavidade secretora das glândulas presentes nas folhas de *P. ruderale* eram ricas em monoterpenos voláteis (73,6%). Utilizando como parâmetro a redução da taxa relativa de crescimento de larvas do terceiro instar de *Ostrinia nubilalis*

(Lepidoptera:Pyralidae) como um índice de atividade inseticida, os compostos voláteis liberados a partir das cavidades secretoras das folhas de *P. ruderale* não demonstraram efeito quando atuavam sozinhos. No entanto, possuíam efeito sinérgico quando expostos ao α -tertienil, um composto de baixa toxicidade obtido a partir do metabolismo secundário presente em *P. gracile* e *P. ruderale*. Essa interação sinérgica foi devida a uma acumulação de α -tertienil nas larvas de *O. nubilalis* quando expostas aos compostos voláteis emitidos pelas cavidades secretoras de *P. ruderale*.

2.5.1.3 – Tipi (*Petiveria alliaceae*, L.)

Possui a seguinte classificação taxonômica:

Reino: *Plantae*

Filo: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Ordem: *Caryophyllales*

Família: *Phytolaccaceae*

Gênero: *Petiveria*

Espécie: *alliacea*



A análise química segundo ANDRADE-NETO (2002) revelou que o óleo essencial de tipi (*P. alliaceae*), além de benzaldeído, apresentou monossulfeto de dibenzila e *trans*-estilbeno como constituintes majoritários.os seguintes compostos:

Popularmente conhecida como erva de guiné esse arbusto da família das *Phytolaccaceae* com cerca de meio metro de altura é amplamente distribuído no Brasil indo desde Pernambuco até o Rio Grande do Sul. Também denominado de erva-de-pipi, raiz-de-guiné, erva-de-alho, mucura-cao e amansa-senhor, possui as seguintes

sinonímias científicas: *Petiveria tetandra*, Gomes; *Petiveria hexaglochis*, Fish & Meyer.

JOHNSON et al. (1997) estudaram o potencial efeito inseticida e acaricida da substância dibenziltrisulfido (DBTS) isolado a partir de raízes de *Petiveria alliacea* utilizando cromatografia líquida de alta performance. Os valores de LD₅₀-96h obtido para adultos do carrapato *Boophilus microplus* (Canestrini) quando tratados topicamente com DBTS foi de 0,92 µg. Valor bem abaixo quando comparado com os valores de LD₅₀-96h de três acaricidas comerciais: dimetoato, lindane e carbaril que apresentaram 4,6 µg; 9,3 µg e 6,9 µg respectivamente. As concentrações necessárias para inibição de 50% da postura e eclosão de ovos de *B. microplus* utilizando a substância DBTS foi de 0,22 µg e 0,24 µg, respectivamente. A dose letal mediana LD₅₀-24h para adultos de *Cylas formicarius elegantus* (Summer) foi de 0,193 µg por inseto.

Um estudo visando identificar os compostos responsáveis pela atividade nematicida de seu óleo essencial contra *Meloidogyne incognita* foi levado a cabo por BEZERRA et al. (2002). As plantas foram recolhidas no município de Pentecoste e suas raízes foram submetidas a arraste com vapor d'água para a obtenção do óleo essencial, o qual foi analisado por cromatografia acoplada a espectrometria de massa (CGL/EM). Os constituintes majoritários foram isolados por cromatografia, através de placa preparativa e identificados por ressonância magnética nuclear de hidrogênio e carbono-13. Juvenis de *Meloidogyne incognita* foram submetidos por 24 horas a benzaldeído, sulfeto de dibenzila e *trans*- estilbena na concentração de 500 ppm. O resultado para a mortalidade dos juvenis foi 100 %, 40 % e 5 %, respectivamente.

2.5.1.4 – Cravo-de-Defunto (*Tagetes minuta*, L.)

Essa planta herbácea de 1 a 2 m de altura pertencente a família *Asteraceae* é também conhecida como vara-de-foguete, coará-bravo, cravo-bravo, cravo-do-mato e alfinete-do-mato.

Possui a seguinte classificação taxonômica:

Reino: *Plantae*
 Filo: *Magnoliophyta*
 Classe: *Magnoliopsida*
 Ordem: *Asterales*
 Família: *Asteraceae*
 Gênero: *Tagetes*
 Espécie: *minuta*



A análise química segundo ANDRADE-NETO (2002) revelou os seguintes compostos:

SUBSTÂNCIA	KI	%
Dihidrotagetona	1053	91,55
(Z)-Tagetona	1152	5,04
Y-Terpineno	1060	-
Eugenol	1356	-
(Z)- β -Ocimeno	1037	2,26
(E)- β -Ocimeno	1050	2,26
Indol	1291	-
Limoneno	1031	-
Piperitona	1253	-
Piperitenona	1343	-
Terpinoleno	1089	-
Timol	1290	1,15
TOTAL		102,2

Tabela 3 – Porcentagens de componentes voláteis identificados nas amostras de folhas de Cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*) coletadas no horto de plantas medicinais da UFC, Fortaleza-Ce, julho, 2002.

O gênero *Tagetes* contém mais de 50 espécies sendo *Tagetes erecta* L., *Tagetes patula* L., *Tagetes lunata* Ort. e *Tagetes tenuifolia* Cav. as quatro espécies anuais mais cultivadas como ornamentais em todo mundo. *Tagetes* tem sido usado como fonte de óleos essenciais (LAWRENCE, 1985), como condimento (SWEET, 1817), como corante de alimentos (MEJIA et al., 1997; PADMA et al., 1997), para controlar ervas daninhas (PRITTS, 1992), como inseticida (PERICH et al., 1994; MACEDO et al., 1997), como fungicida (EDWARDS et al., 1994; ZYGADLO et al., 1994; SADHANA & WALIA, 1996) e como fonte de pigmento para ração de galinhas, visando intensificar a cor amarela das gemas dos ovos (MEDINA et al., 1993). Desde a década de 30, vários trabalhos vêm mostrando a eficácia de *Tagetes* spp. para controlar fitonematóides. A maioria dos trabalhos indica que essas plantas são muito eficientes nesta função, especialmente contra espécies de *Pratylenchus* e *Meloidogyne* (GOMMERS, 1981).

Tagetes minuta inibiu a formação de galhas de *M. incognita* e tomate e berinjela quando plantados no mesmo vaso e reduziu a multiplicação de *Rotylenchus reniformis* e *Tylenchorhynchus brassicae* em tomate, berinjela, repolho e couve-flor. O crescimento de todas as plantas melhorou quando *Tagetes* estava presente. Os exsudatos radiculares de *T. minuta* mostraram uma forte ação nematicida (SIDDIQUI & ALAM, 1987).

Investigações químicas do óleo essencial das folhas de *Tagetes erecta* através de técnicas de HPLC, CG e CG-MS, comprovaram a presença de 26 componentes responsáveis por 89% do total do óleo. Os constituintes presentes em maior quantidade foram (Z)- β -ocimeno (42,2%), dihidrotagetona (14,3%), (Z)-tagetona (8,3%), limoneno (7,3%), (E)-ocimeno (6,1%) e (Z)-ocimeno (5,3%). As investigações demonstraram que o óleo possui uma significativa mas limitada dose-resposta da atividade antifúngica e

inseticida. O óleo apresentou uma mortalidade de 100% do cupim branco *Odontotermes obesus* (Rhamb.) na dose de 6 µl/placa de petri após 24h de exposição, enquanto que em baixas doses e curtas exposições o óleo apresentou taxas de mortalidades baixas. O óleo afetou parcialmente o crescimento micelial dos fungos testados (SINGH et al., 2002).

KÉITA et al. (2000) estudaram o efeito de vários óleos essenciais dentre eles o óleo de *Tagetes minuta* em relação ao inseto *Callosobruchus maculatus*. Foi utilizado o óleo com etanol e também uma mistura do óleo com caolin. A mortalidade dos insetos adultos após 12h, 24h e 48h foi respectivamente de 15%, 30% e 45% enquanto que no grupo controle não houve mortalidade. Em relação à oviposição os valores médios para o número de ovos postos após 12h, 24h e 48h foi respectivamente de 17%, 18% e 20% enquanto que no grupo controle esse valores foram de 30%, 55% e 75% para os mesmos períodos. Quando o óleo foi misturado ao caolin a mortalidade dos adultos de *C. maculatus* após 12h, 24h e 48h foi respectivamente de 19%, 40% e 65% tendo o grupo controle valores de mortalidade próximos a zero.

De acordo com MACEDO et al. (1997) extratos de 83 plantas pertencentes a família Asteracea foram testados para a atividade larvicida contra o mosquito *Aedes fluviatilis* (Diptera:Culicidae) sendo o extrato de *Tagetes minuta* o que apresentou uma maior atividade com o valor de LC₉₀ de 1,5 mg/L e LC₅₀ de 1,0 mg/L. Essa planta foi objeto de vários estudos por outros grupos de pesquisadores e seus componentes foram identificados como derivados de tiofeno, uma classe de compostos presentes na maiorias das espécies de Asteraceae.

2.5.1.5 – Alecrim-Pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.)

Possui a seguinte classificação taxonômica:

Reino: *Plantae*

Filo: *Magnoliophyta*

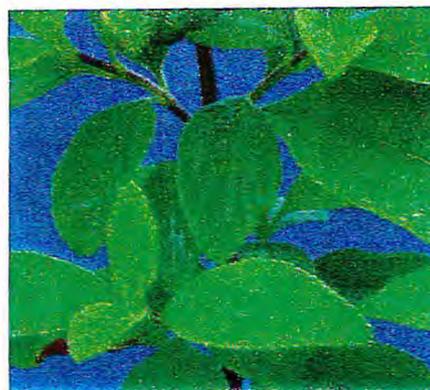
Classe: *Magnoliopsida*

Ordem: *Lamiales*

Família: *Verbenaceae*

Gênero: *Lippia*

Espécie: *Sidoides*



A análise química segundo ANDRADE-NETO (2002) revelou os seguintes compostos:

SUBSTÂNCIAS	IK	%
α -Thujeno	930	3,45
α -Pineno	939	2,00
β -Pineno	979	1,28
Octen-3-ol(1)	979	0,73
β -Mirceno	991	5,33
α -Terpineno	1017	2,76
Menthatriene,1,3,8 para	1110	28,49
1,8 Cineol	1031	6,75
β -Ocimeno(E)	1050	0,72
γ - Terpineno	1060	7,68
Ocimeno (neo allo)	1144	1,48
Sabinene hidrate acetate (Z)	1221	0,89
Metil timol	1235	3,98
Carvacrol acetate	1375	0,61
Cariofileno (E)	1419	26,02
Aromadreno	1441	1,87
α -Humuleno	1445	1,15
Germacreno B	1561	2,6
Globulol	1585	2,22
TOTAL		100,0

Tabela 4 – Porcentagens de componentes voláteis identificados nas amostras de folhas de Alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) coletadas no horto de plantas medicinais da UFC, Fortaleza-Ce, julho, 2002.

O óleo de Alecrim-pimenta *Lippia sidoides*, Cham. é rico em timol (30-80%) substância utilizada como antiséptico de uso tópico. Essa substância é extraída das folhas dessa planta aromática que se desenvolve na caatinga próximo a cidade de Mossoró-RN e que atualmente está sendo cultivada no jardim de plantas aromáticas, medicinais e tóxicas da Universidade Federal do Ceará (CRAVEIRO et. al., 1981).

Estudos reportam que o extrato bruto de *L. sidoides* possuem em sua composição química compostos utilizados farmacologicamente e que apresentam atividade antimicrobiana no controle *in vitro* de alguns fungos fitopatogênicos. Observou-se que o extrato bruto apresentou efeito inibitório do crescimento micelial de fungos. SCHNEPFLEITNER et. al. (1996) observaram redução da germinação de Urediniósporos de *Hemileia vastatrix* (ferrugem do café) e *Uromyces appendiculatus* (ferrugem do feijão) na presença de extratos de *L. sidoides*. PESSOA et. al. (1996) encontraram ação inibitória do óleo essencial de *L. sidoides* sobre o diâmetro das colônias de *Macrophomina phaseolina*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Fusarium oxysporum*.

2.6 – Bioatividade dos Óleos Vegetais

A evolução bem sucedida da planta engloba por necessidade uma defesa química contra seus predadores e parasitas. Essa defesa é conhecida desde a antiguidade, mas o uso deste conhecimento para o combate a insetos ainda está na sua infância. Ultimamente, com o desenvolvimento do conhecimento da química das plantas, vários mecanismos químicos foram elucidados estimulando o avanço de pesquisa nessa área. Atualmente a agricultura utiliza defensivos agrícolas para combater uma grande variedade de plantas daninhas, insetos, fungos e outros organismos vivos que causam

danos às plantas. Alguns destes produtos, já se sabe, são classificados como severamente ou cronicamente tóxicos à espécie humana e ao meio ambiente. Apesar de potentes, os agroquímicos sintéticos apresentam desvantagens tais como toxicidade residual, contaminação dos alimentos e ainda desenvolvimento de resistência através de gerações. Assim, nos últimos anos, retomou-se o interesse por pesticidas derivados de plantas (SINGH; UPADHYAY, 1993).

Uma grande diversidade de óleos essenciais e seus constituintes possuem propriedades que controlam os insetos.

PARENTE (2002) avaliou a influência dos óleos vegetais de jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf.) e seu constituinte químico 2-tridecanona; eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook) e seus constituintes químicos citonelol e citronelal; e alecrim-pimenta (*Lippia aff. Sidoides* Cham.) em operárias da saúva do nordeste *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939. A mistura óleo + solvente foi colocada em papel de filtro nas dosagens de 0,0 ppm; 0,25 ppm; 0,50 ppm; 1,0 ppm e 2,0 ppm. Foi observado diversos comportamentos: movimentação total, acesso à área de provisão, acesso ao papel de filtro, marcação de território no papel de filtro, exploração da área de provisão e identificação das fontes de estímulo. Dentre os óleos testados, o de alecrim-pimenta (*Lippia aff. Sidoides* Cham.) e o 2-tridecanona, constituinte químico do óleo de jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf.), destacaram-se para as variáveis investigadas, possuindo bioatividade sobre o comportamento da saúva do nordeste provocando repelência no inseto.

Estudo semelhante foi realizado em casa-de-vegetação para se determinar a influência dos óleos essenciais de alecrim-pimenta (*Lippia aff. Sidoides* Cham.) e de jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf.) em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna*

unguiculata (L.) Walp, cultivar EPACE-10 e soja, *Glycine max* (L.) Merrill, cultivar BR 28 (Seridó) a fim de avaliar o comportamento da saúva do nordeste *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939. A solução óleo + solvente foi aplicada nas plântulas, com pulverizador nas dosagens de 0,0 ppm; 2,0 ppm e 4,0 ppm. A avaliação comportamental das saúvas foi baseada nas seguintes observações: acesso à área de provisão, marcação de território na área de provisão, corte do material vegetal, acesso ao material selecionado, transporte do material vegetal, exploração da área de provisão, tempo de corte por plântula e volume da massa fúngica. O autor concluiu que os óleos de alecrim-pimenta e jaborandi prejudicaram as atividades comportamentais da saúva do nordeste na busca de provisão. Da mesma forma o desenvolvimento do fungo simbionte da saúva, *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957, foi afetado pelos óleos essenciais de jaborandi e alecrim-pimenta, apontando estes dois produtos como prováveis controladores da massa fúngica (PARENTE FILHO, 2002).

O óleo essencial de *Crithmun maritimum*, plantado em algumas localidades ao longo da costa do mediterrâneo, foi investigado quanto à sua atividade inseticida e repelência à formiga *Pheidole pallidula* (Nylander). Este demonstrou possuir significativa atividade. A composição química dos metabólitos voláteis foi estudada por cromatografia gasosa e cromatografia gasosa com espectrofotometria de massa. Os principais constituintes do óleo foram *dillapiole*, *gama-terpineno*, *sabineno*, *limoneno* e *beta-phelandrene*. As populações vegetais ocidentais mostraram-se ricas em *dillapiole* enquanto que as coleções do Sul caracterizavam-se por um aumento nas quantidades de *timol metil éter* e *gama-terpineno*. Os óleos essenciais hidrodestilados e voláteis provenientes das partes aéreas de *Bombycilaena erecta* e *Othanthus maritimus*, coletados em Creta, Grécia também foram submetidos à análise de cromatografia gasosa

e cromatografia gasosa com espectrofotometria de massa, demonstraram repelência contra a formiga *Monomorium pharaonis* em condições de campo (TSOUKATOU et. al., 2001).

Um estudo foi conduzido para determinar a atividade inseticida e mecanismo de ação de três constituintes químicos (eugenol, alfa-terpineol e álcool cinâmico) e de uma mistura, em quantidades equivalentes, dos três óleos chamada de *3-blend* sobre formigas *Carpenter* (*Camponotus pennsylvanicus* De Geer) e baratas (*Periplaneta americana* e *Blattella germanica*). As baratas do gênero *Periplaneta* demonstraram hiperatividade seguida por hiperextensão de pernas e abdomens, além de abstinência ou rápida imobilização seguida de morte. As formigas *Carpenter* e as baratas do gênero *Blattella* apresentaram imobilização firme e jejum seguido de morte. A mistura 1:1:1 (*3-blend*) foi substancialmente eficaz contra todos os insetos testados. Uma das observações mais marcantes foi o aumento da frequência dos batimentos cardíacos das baratas Americanas (*Periplaneta americana*) em resposta à aplicação tópica dos óleos ensaiados. O autor concluiu que (i) os constituintes testados são neurotóxicos e sua atividade é espécie-dependente; (ii) o efeito sinérgico dos três constituintes foi encontrado quando estes foram equacionalmente misturados (*3-blend*) (ENAN, 2001).

PADJAMA E RAO (2000) estudaram a eficácia de três óleos vegetais no controle de *Helicoverpa armigera*. Os óleos de *Artemisia annua*, *Ageratum conyzoides* e *Azadirachta indica* foram avaliados em larvas do último instar e aplicados topicamente na região mesotorácica. Valores de ED₅₀ para *Artemisia annua*, *Ageratum conyzoides* e *Azadirachta indica* foram 1763,39; 3280,30 e 753,80 µg/g de peso copóreo, respectivamente. O tratamento da larva mostrou constrição ao local de aplicação. Poucas larvas apresentaram-se completas após a pupação, outras ainda apresentaram-se

como larvas-pupas intermediárias. A porcentagem destes indivíduos intermediários foi maior no tratamento com óleo de *Azadirachta indica*, alcançando valores acima de 80%. Altas doses de *Artemisia annua* mostraram-se tóxicas causando mortalidade larval e falha na emergência de adultos normais.

NAMRATA et al. (2000) avaliaram os efeitos larvicidas de óleos essenciais extraídos de folhas de *Tagetes erecta*, *Ocimum sanctum* (*Ocimum tenuiflorum*), *Mentha piperita* e *Murraya koenigii* em *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* e *Aedes aegypti*. O óleo da folha de *T. erecta* foi o mais eficiente à baixas concentrações. O extrato desta mesma planta também foi o mais tóxico contra *C. quinquefasciatus*. Os extratos de *O. sanctum* e *M. koenigii* foram os mais tóxicos contra *A. aegypti*. O extrato de *M. piperita* foi o mais eficaz para *Anopheles stephensi*.

Dez óleos essenciais de plantas da família *Labiatae* foram investigados quanto ao seu efeito anti-alimentar, determinação inibitória e atividade tóxica em *Myzus persicae* (*Homoptera:Aphididae*). Os óleos de hortelã e hortelã-pimenta têm atividades altamente específicas. Entretanto, os mecanismos de inibição ao desenvolvimento dos insetos difere quanto ao óleo testado. Os óleos essenciais de labiatas parecem exercer um papel deterrente em afídeos por afetarem o senso gustativo e/ou olfativo destes insetos (HORI, 1999).

HUANG et al. (1999) estudaram a bioatividade de safrole, principal constituinte do óleo essencial de *Sassafras* sp. e isosafrole, um dos componentes do óleo essencial de *Canaga odorata* em *Sitophilus zeamais* (*Coleoptera:Curculionidae*) e *Triboleum castaneum* (*Coleoptera:Tenebrionidae*). Os insetos adultos foram igualmente susceptíveis à toxicidade por contato quer por safrole ou isosafrole. O primeiro também possui similar toxicidade fumigante para insetos adultos de ambas as espécies, sendo

estes, no entanto, tolerantes ao segundo. Nos teste por contato e fumigação, as larvas ed *T. castaneum* com 12 a 14 dias mostraram idêntica susceptibilidade para os componentes, embora larvas de 16 dias tenham se mostrado mais tolerantes. Em bioensaios com a farinha de sementes, safrole mostrou pouca deterrência alimentar para adultos de *S. zeamais* e nenhuma para adultos e larvas de de *T. castaneum*. Isosafrole, por sua vez, apresentou índices de deterrência de 31% para adultos de *S. zeamais* e 72% e 40% para adultos e larvas de *T. castaneum*, respectivamente. Em consequência, houve uma redução na razão do crescimento relativo, na razão do consumo relativo e na eficiência de conversão alimentar em adultos de ambas espécies. Safrole e isosafrole mostraram efeitos inibitórios na atividade da enzima α -amilase das larvas de *T. castaneum in vitro*. Safrole reduziu também a atividade α -amilásica larval *in vivo*.

GBOLADE, ONAYADE E AYINDE (1999) avaliaram os efeitos do óleo essencial de folhas de *Ageratum conyzoides* (*Asteraceae*) no tratamento da semente de caupi (*Vigna unguiculata*) contra a infestação de *Callosobruchus maculatus*. O óleo mostrou toxicidade aguda para insetos adultos por fumigação. A mortalidade máxima variou de 95% a 97% e foi obtida com 60 μ l do óleo. A administração na forma de “curativo” também mostrou-se altamente tóxica. Evidenciou-se, ainda, significativa oviposição deterrente e uma completa inibição da emergência de insetos adultos na descendência F₁ nas concentrações de 2,5 a 10 μ l/9,5 g de feijão. Nenhum efeito físico adverso nas sementes foi observado nestas mesmas concentrações. O principal componente isolado do óleo essencial ensaiado, precocene I, foi quatro vezes mais ativo que o óleo íntegro.

Os efeitos tóxicos do óleo essencial de rizomas de *Acorus calamus* provenientes de três diferentes países: Índia, Rússia e Iugoslávia foram estudados por RAHMAN E

SCHMIDT (1999). Os autores investigaram as reações ocorridas em insetos adultos e ovos de *Callosobruchus phaseoli*. Todos os óleos foram tóxicos a ambas as fases dependendo do período de exposição e da concentração ensaiada. O óleo proveniente da Iugoslávia foi o que mostrou efeito dominante mais agudo. Longos períodos de exposição aumentaram as diferenças na produção de ovos entre insetos tratados e não-tratados. A fertilidade das fêmeas tratadas foi pouco afetada. Os ovos recém-postos mostraram-se mais susceptíveis que os mais “velhos” e neste parâmetro o óleo indiano foi mais eficaz.

MORRETTI et al. (1998) estudaram os efeitos de alguns óleos essenciais, de diferentes composições químicas, em adultos de *Ceratitis capitata* (*Diptera:Tephritidae*), popularmente conhecida como mosca do Mediterrâneo. A toxicidade produzida por administração oral parece estar associada ao tipo e a concentração de diferentes componentes. O mais efetivo, em termos de mortalidade, foram os óleos de *Thymus herbabarona* e *Cinnamomum zeylanicum*, os quais são ricos em compostos fenólicos (carvacol) e aldeídos aromáticos (aldeído cinâmico). Emulsões contendo 5% destes princípios ativos ocasionaram 90% de mortalidade. Sob condições experimentais idênticas, o óleo de *Salvia officinalis*, caracterizado por conter concentrações relativamente altas de cetonas monoterpênicas, provocou uma mortalidade de aproximadamente 50% nos indivíduos testados. A toxicidade do óleo de *Rosmarinus officinalis* contendo altas concentrações de hidrocarbonos monoterpênicos foi muito baixa. O efeito inseticida produzido por administração oral dos componentes testados, aparentemente, está correlacionado com um prejuízo irreversível no intestino da mosca do Mediterrâneo.

A atividade biológica da cânfora, o principal constituinte do óleo essencial de *Ocimum kilimandscharicum*, contra *Sitophilus granarius*, *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* e *Prostephanus truncatus* foi estudada por OBENG et al. (1998) usando toxicidade por contato, tratamento do grão e ensaios de repelência. A cânfora aplicada topicamente (impregnada em papel de filtro) ou em grãos de milho e trigo foi altamente tóxica para todas as espécies avaliadas. A mortalidade dos insetos mostrou-se dose-dependente. As doses de 100 mg/papel de filtro e 100 µg/inseto causaram 93% e 100% de mortalidade, respectivamente, em *S. granarius*, *S. zeamais* e *P. truncatus* após 24 horas de exposição. Doses similares induziram 70% e 100% de mortalidade em *T. castaneum*. A cânfora impregnada na superfície do grão foi mais eficiente que no papel de filtro o desenvolvimento dos ovos e estágios imaturos no interior dos grãos, bem como a emergência da progênie, foram completamente inibidos em grãos tratados com cânfora esta foi também altamente repelente (80% em média).

Os óleos essenciais extraídos de *Cuminum cyminum*, *Pimpinella anisum*, *Origanum syriacum* var. *bevanii* e *Eucaliptus camaldulensis* foram investigados por TUNC E SAHINKAYA (1998) quanto à sua toxicidade para *Tetranychus cinnabarinus* e *Aphis gossypii*. Uma dose de 0,5 µl/litro de ar e 2-3 dias de exposição foram requeridos para atingir 99% de mortalidade.

Os óleos essenciais de algumas espécies vegetais originárias da Malásia, *Dipterocarpus*, *Cinnamomum*, *Litsea*, *Lindera*, *Piper*, *Citrus*, *Clausena*, *Gaultheria* e *Leptospermum* foram investigados quanto às suas propriedades químicas e biológicas. Os óleos constituíam-se, principalmente, de misturas complexas de monoterpenos e sesquiterpenos, exceto para as espécies de *Cinnamomum* e *Gaultheria*. Os óleos essenciais de *Litsea elliptica*, *Cymbopogon nardus* e *Cinnamomum mollissimum*

mostraram alto efeito repelente contra fêmeas adultas de *Aedes aegypti*. Os bioensaios de letalidade dos óleos revelaram que os óleos de *Litsea elliptica* e *Piper aduncum* foram altamente tóxicos para a larva do mosquito. Os óleos destas plantas foram usados como os principais ingredientes de produtos herbicidas, perfumes, pomadas analgésicas e cremes repelentes para insetos (IBRAHIM et al., 1996).

2.7 - Semioquímicos

Uma gama bastante diversificada de compostos naturais caracteriza os sinais químicos dos himenópteros eusociais. Os semioquímicos são formados por dois grupos de substâncias químicas que interferem no comportamento das espécies, sejam eles: aleloquímicos quando agem interespecificamente, ou seja, entre espécies diferentes e feromônios quando atuam intraespecificamente, ou seja, dentro da mesma espécie.

De acordo com vários trabalhos publicados, plantas como *Mentha piperita* exibem atividade protetora aos grãos. Os constituintes alcoólicos e fenólicos destes óleos essenciais mostraram considerável toxicidade no controle da eclosão de ovos de *Aedes aegypti*. O óleo de *Acorus calamus* inibe o desenvolvimento embrionário de *Dysdercus koenigii* em uma concentração de 10 ppm. Os óleos voláteis de *Eucalyptus*, hortelã japonesa, endro, aguarrás e citronella mostraram diferentes graus de atividade atrativa e repelência contra *Sitophilus oryzae*, *Callosobruchus chinensis*, *Stegobium paniceum* e *Musca domestica*. Os constituintes voláteis de alguns óleos essenciais principalmente mono- e sesquiterpenóides exibiram forte repelência contra mosca doméstica e barata. Os óleos voláteis que contém cetonas alifáticas e aril também evidenciaram atividade repelente em abelhas. Os mono-, sesqui-, di- e triterpenóides isolados de várias espécies de plantas aromáticas mostraram possuir atividade

antinutricional por ação de contato. Nerol, geraniol e citronelol agem como análogos ao hormônio juvenil (JH). O óleo volátil de *Lantana camara* também exibiu atividade semelhante ao hormônio juvenil em ninfas de quinto ínstar de *Dysdercus similes*. A maioria dos óleos essenciais e seus constituintes são poderosos agentes anti-fúngicos e bacterianos. Alguns óleos como os de *Citrus sinensis* e *Hyptis suaveolens* são considerados mais potentes que os fungicidas comerciais sintéticos e não exibem efeito fitotóxico no crescimento de plântulas e na germinação de sementes de *Vigna radiata* (SINGH; UPADHYAY, 1993).

2.7.1 - Aleloquímicos

Os aleloquímicos são produzidos pelo metabolismo secundário das plantas e são dotados de grande diversidade de esqueletos e grupamentos funcionais tais como: ácidos graxos e seus ésteres, hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos e cetonas, compostos acetilênicos e cumarinas (CRAVEIRO & MACHADO, 1986).

De acordo com SALES (1986), o comportamento e o sucesso das saúvas, como espécie, estão diretamente associados a estas substâncias aleloquímicas. Já GONÇALVES (1984) relata que a maior disponibilidade dessas substâncias nas plantas hospedeiras do ambiente, acelera a formação e consolidação do carreiro de provisão, bem como o conseqüente incremento da atividade exploratória de *A. opaciceps*.

SALES (1991b) avaliando a preferência de *A. sexdens rubropilosa*, em teste de múltipla escolha, com 11 espécies vegetais amplamente disseminadas em Southampton, Inglaterra, constatou o efeito supressor de corte em folhas de *Scilla* sp. (Liliaceae) e *Scilla-non-scripta* (Liliaceae), devido a presença do glicosídeo cardíaco, bufanolídeo. Tais fatores alomonais de elevada toxicidade, são reconhecidos pelos

insetos e desencorajaram as operações de corte e transporte efetuadas pelas saúvas. No entanto, o autor comprovou a elevada preferência das saúvas pela espécie *Mahonia aquifolium* (Berberidaceae). Suas flores são as principais fontes de constituintes queromonais, incitando as operárias de saúva limão a explorar, cortar e transportar para o interior das panelas vivas suas flores altamente atrativas. O inseto só remove as outras partes vegetais após a utilização integral da reserva floral. Esgotada a reserva floral, as operárias passam a cortar as folhas e, em seguida, os ramos.

Em um trabalho posterior, SALES & HOWSE (1992) demonstraram, em bioensaios de laboratório, que grânulos anti-ebulientes esterilizados, tratados com 15 ng de extrato queromonal, extraído de *M. aquifolium*, induziram as formigas ao transporte de 98,16% desses grânulos para o interior das panelas.

Submetendo operárias de *A. opaciceps* a um teste de múltipla escolha com 11 espécies vegetais, entre nativas e exóticas, do nordeste do Brasil, SALES (1991b) constatou que flores de *Senna siamaea* (Lam.) (Leguminosae:Caesalpinoidea) alojam queromônios que incitam as reações de atração e busca de provisão por este atíneo. As peças florais dessa leguminosa, a exemplo das flores da berberidácea *M. aquifolium* não apresentam odor que possa ser detectado pela olfação humana a uma distância de 5 cm. O tênue aroma só é percebido quando do toque da peça floral ao nariz do observador. Entretanto, as operárias da saúva do nordeste detectam sinais oriundos das mesmas, a uma distância nunca inferior a 22 cm. Seria, para o ser humano, a percepção da mesma peça floral, via olfação, a uma distância de 29 metros.

Os produtos naturais apresentam alguns aspectos químicos relacionados à evolução que são vistos como estruturalmente interessantes, mas “inúteis” do ponto de vista metabólico. Esses produtos experimentaram sua importância voltada para o uso

medicinal com contribuições para a indústria farmacêutica. E, mais recentemente, aparecem como mediadores em interações ecológicas importantes para o controle de pragas, constituindo nova área de conhecimento denominada Ecologia Química. A Ecologia Química é a ciência que trata das interações dos organismos entre si e com o seu ambiente através de substâncias químicas que produzem ou recebem. As substâncias responsáveis por essas mensagens são denominadas semioquímicos (sinais químicos). Os semioquímicos por sua vez podem ser divididos em duas subclasses de acordo com sua classe funcional: os feromônios que são substâncias mensageiras intraespecíficas, isto é, são liberadas por um membro de uma espécie que provoca uma resposta de comportamento em outros membros da mesma espécie. Entre os mais estudados estão os feromônios sexuais, de alarme, de trilha e agregação. Os aleloquímicos, definidos como substâncias mensageiras interespecíficas (entre espécies), os quais são frequentemente usados para defesa. Estes se subdividem em kairomônios, alomônios, sinomônios e apneumônios. Os kairomônios são mensagens químicas que oferecem vantagem de adaptação ao organismo que recebe. Assim, a substância 13-metilentriacotano direciona o parasita *Microphilis croceipes* para a larva da borboleta do milho, *Heliothis zea*. Os alomônios são mensageiros químicos com vantagem para quem os produz. Exemplos típicos são as interações alelopáticas das plantas. Algumas plantas produzem herbicidas para manter outras plantas afastadas da água e dos nutrientes disponíveis, impedindo assim seu crescimento. Os sinomônios beneficiam ambas as espécies, e têm como exemplo a polinização das plantas pelas abelhas. As flores de alfafa (*Medicago sativa*), contêm quatro terpenos simples: oximeno, mirceno, limoneno e linalol. Estas substâncias são utilizadas pelas abelhas na localização das flores de alfafa. Os apneumônios são substâncias provenientes de plantas mortas que beneficiam o receptor

(ex.: saprófitas). Considerando-se que, nesse caso, o agente emissor não é um organismo vivo, muitos pesquisadores preferem não agrupar esse tipo de substância entre os aleloquímicos (PRATES, 2002).

O autor finaliza dizendo que os estudos de ecologia química mostram, portanto, que muitas das relações planta-inseto e planta-planta são mediadas por substâncias químicas, produtos naturais, que se constituem em verdadeiros sinais químicos. Esses estudos podem também orientar a triagem de substâncias do metabolismo secundário de interesse ecológico e econômico para o controle integrado de pragas.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

A investigação foi desenvolvida utilizando-se colônias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) dos atinários do NUCLEF - Núcleo de Experimentação Fitossanitária, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, município de Fortaleza, Ceará, Brasil.

Os sauveiros artificiais em um total de doze (12), exibiam bom desenvolvimento das esponjas fúngicas que podia ser facilmente constatado em virtude da transparência dos recipientes de vidro. Cada sauveiro era formado por placas de vidro (52x38x0,4 cm), isoladas da bancada do laboratório por uma bandeja de alumínio (46x31x4,5 cm). As placas de vidro eram apoiadas em copos tipo americano (200 ml) de capacidade), estando estes imersos em uma mistura de água, hipoclorito de sódio e detergente neutro líquido. Sobre uma placa retangular de gesso (20x13x2,5 cm) e circundada por uma tela de arame (12 cm de altura e 5 cm de diâmetro) encontrava-se a rainha e os demais indivíduos do sauveiro. Um vidro vazio tipo Mason, invertido e com capacidade para 4000 ml, limitava a massa fúngica. Essa câmara recebia umidade de um vidro de 68 ml de capacidade. A sede real comunicava-se com as outras placas que compunham o sauveiro artificial através de acesos ou pontes de alumínio recobertos por uma fina camada de gesso. Tais acessos ou pontes apresentavam-se sob a forma de arco e com 20 cm de largura. A área de provisão, local onde as formigas operárias buscavam o material a ser cortado e transportado era o mesmo local onde se fazia a aplicação dos tratamentos, e ficava sempre situada em uma das extremidades do sauveiro.



FIGURA 1 – Visão geral das unidades experimentais compostas por saueiros artificiais de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002

As plataformas de provisão destinadas aos tratamentos bem como as pontes de alumínio revestidas de gesso, foram higienizadas com sabão neutro líquido, esponja e água corrente. Em seguida, procedeu-se uma lavagem com água de destilada. Após secagem prévia em temperatura ambiente, placas e pontes foram submetidas à estufa a 100°C por uma hora. Após esse período eram levadas para uma placa aquecida de modo a promover o resfriamento de maneira lenta. Já completamente resfriadas o material era envolto em papel alumínio a fim de eliminar qualquer contaminação quer seja por impurezas ou por odores. Todo esse aparato foi somente retirado minutos antes de cada experimento. O procedimento de assepsia e esterilização das placas e pontes foi realizado 24 horas antes da realização de cada ensaio. Todos os demais equipamentos utilizados no experimento foram adequadamente esterilizados.

As avaliações foram iniciadas com a colocação dos tratamentos na área de provisão de cada saueiro. A total ausência de provisão verificava-se, sempre, 24 horas antes do início de cada ensaio, respeitando-se um intervalo de 15 dias úteis para que as colônias pudessem se refazer dos efeitos decorrentes dos tratamentos. Os atíneos foram mantidos a uma temperatura de $24 \pm 0,5^\circ\text{C}$, umidade relativa de $59 \pm 1\%$ e fotoperíodo de 12h.

Foram utilizados os óleos vegetais de candieiro, cravo-de-urubu, tipi, cravo-de-defunto e alecrim-pimenta diluídos em acetona em uma solução a 0,01% (5 mg/50 ml). Os ensaios para cada ingrediente ativo foram compostos de três (3) unidades de papel de filtro por saueiro, sendo utilizados dois (2) tipos de controle sem a presença do óleo essencial e um (1) papel de filtro com a presença do óleo essencial, com três (3) repetições, determinando assim que os tratamentos no ato do sorteio ficassem inteiramente casualizados. As três unidades de papel de filtro eram compostas de:



FIGURA 2 – Visão lateral de um saueiro artificial de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

1 – PF – Papel de Filtro

2 – PFS – Papel de Filtro com Solvente

3 – PFM – Papel de Filtro com a Mistura (óleo + solvente)

O papel de filtro utilizado no experimento foi o papel de filtro quantitativo Framex (11,0 cm de diâmetro, 389², faixa branca, cinza – 0,00009g) com filtração média de 140 segundos.

A mistura (óleo + solvente) foi colocada, separadamente, em cada papel de filtro com o auxílio de uma microseringa nas doses indicadas caracterizando os tratamentos.

D1 = 0 µg

D2 = 0,5 µg

D3 = 1,0 µg

D4 = 1,5 µg

D5 = 2,0 µg

As variáveis acesso ao papel de filtro - **APF** e marcação de território no papel de filtro - **MTPF** foram as únicas que permitiram uma comparação da dose zero (D1 = 0 µg) ou testemunha (papel de filtro + solvente) com as demais doses (D2 = 0,5 µg; D3 = 1,0 µg; D4 = 1,5 µg; D5 = 2,0 µg). Isto justifica-se pelo fato de que somente as variáveis em questão têm como alvo de análise as operárias que encontravam-se sobre o papel, tratado ou não. Nas demais variáveis, os dados apontavam para as operárias presentes na área de provisão (placa de vidro), ambiente no qual estavam sendo aplicados os óleos vegetais.

O comportamento das operárias da saúva do nordeste submetidas aos tratamentos foi avaliado em função do tempo, da dose e do tipo de resposta.



FIGURA 3 – Disposição dos discos de papel de filtro, contendo os tratamentos ensaiados em saueiros artificiais de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

Na avaliação comportamental, oito (8) tipos de respostas, discriminadas a seguir, integraram o elenco de observações:

- 1 – Acesso à área de provisão;
- 2 – Acesso ao papel de filtro;
- 3 – Marcação de território na área de provisão;
- 4 - Marcação de território na área de papel de filtro;
- 5 – Exploração do local de tratamento;
- 6 - Exploração do local de tratamento e recrutamento;
- 7 – Início do corte no papel de filtro;
- 8 – Corte e transporte.

a) Acesso à área de provisão: Nesta fase observou-se a movimentação das sobre a placa de vidro. Concomitantemente, procedia-se a contagem.

b) Acesso ao papel de filtro (local do tratamento): Observou-se e quantificou-se apenas as operárias que se encontravam sobre o local de tratamento.

c) Marcação de território na área de provisão: Quantificou-se as operárias que realizavam este tipo de comportamento na área de provisão. Esta marcação era observada quando as operárias levantavam o flagelo antenal, avaliando o estímulo com movimentos oscilatórios da parte terminal do par de antenas e toques com a extremidade do gáster, de modo intermitente sobre a placa de vidro.

d) Marcação de território na área o papel de filtro: as observações deste tipo de comportamento foram semelhantes ao item anterior, porém eram quantificadas apenas as operárias que realizavam a marcação de território na área do papel de filtro.

e) Exploração do local de tratamento: Esta fase era realizada logo após o período de avaliação das operárias que concentravam suas atividades no local do tratamento, caracterizada em função da marcação do território e quando estas se encontravam paradas, levantando o flagelo antenal e avaliando o estímulo dos tratamentos com movimentos oscilatórios da parte terminal do par de antenas.

f) Exploração do local do tratamento e recrutamento: Como consequência da exploração realizadas pelas batedoras anotava-se o recrutamento de operárias da comunidade.

g) Início do corte do papel de filtro: Nesta fase eram observadas e quantificadas as operárias que realizavam o corte no papel de filtro decorrentes da exploração do tratamento.

h) Corte e transporte: Constava da compilação do número de operárias que efetuava o corte no papel de filtro e transportava os fragmentos para o interior das panelas fúngicas.

Cada experimento com seu respectivo óleo constou de 24 observações realizadas no período de 6 horas e uma observação ao cabo de 24h do início do ensaio totalizando 25 observações, onde os ensaios tiveram seu início sempre às 8:00h com a colocação dos tratamentos em cada saueiro sendo os papéis de filtro colocados com o auxílio de uma pinça esterilizada. Às 8:15h era realizada a primeira observação e assim sucessivamente a cada intervalo de 15 minutos. É conveniente ressaltar que as observações foram realizadas por duas pessoas concomitantemente e sempre seguindo a mesma metodologia de caminhamento e no mesmo sentido dos saueiros instalados. Procurou-se durante todos os ensaios manter silêncio no local dos tratamentos a fim de evitar qualquer interferência nas respostas das operárias. No início de cada observação,

quanto ao horário, procedia-se a anotação da temperatura e umidade relativa do ar no local do experimento.

A veracidade das hipóteses de nulidade foi testada através de um experimento fatorial 3x5x5 para as variáveis acesso ao papel de filtro e marcação de território no papel de filtro e 3x4x5 para as demais variáveis. As médias foram comparadas ao nível fiducial de 1% utilizando-se o teste de Tukey e o grau de associação entre as variáveis em estudo foi medido através da correlação de Pearson.

Os valores obtidos foram transformados pela expressão algébrica $(x + 2)^{1/2}$ com fins de homogeneizá-los para análise de variância e contraste de médias (RAYNER, 1969). Estes dados foram transferidos para um microcomputador Pentium, 16Mb RAM, clock de 166 Mhz, com sistema operacional MS-DOS v. 6.1, gerenciador Windows 95 e logiciário Mstatc v. 2.1 acoplado a uma impressora HP Deskjet 692C para testar as hipóteses e auxiliar nas inferências.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As formigas do gênero *Atta*, em especial a saúva do nordeste, têm o comportamento mediado por um repertório de substâncias químicas, chamadas semioquímicos, que atuam em todo o ciclo biológico, desde o acasalamento até a determinação de castas, não excluindo a intermediação destas fases por estímulos físicos, já que existem evidências da interferência destes nos processos de comunicação das formigas (SALES, 1998).

A hipótese de que os aleloquímicos vegetais determinam a escolha do vegetal é a área de pesquisa mais desenvolvida para as formigas cortadeiras. Alguns aleloquímicos, como os taninos, diminuem a digestibilidade das proteínas vegetais para todo o tipo de herbívoros quando concentrados. Outros aleloquímicos, como os cardenólídeos e cianógenos, são eficientes em dosagens pequenas. No caso das saúvas, o primeiro tipo de aleloquímico tem sido melhor pesquisado e geralmente essas substâncias são reconhecidas pelas formigas que rejeitam as plantas no campo. Geralmente, esses estudos são interpretados como prova de que os compostos secundários limitam o número de espécies vegetais apropriadas para serem cortadas pelas formigas ou são responsáveis pela redução da amplitude do nicho alimentar. A segunda classe de aleloquímicos ainda não foi estudada para as saúvas (LITTLEDYKE; CHERRET, 1978).

Inicialmente, uma análise preliminar foi realizada entre a dose zero ($D1 = 0 \mu\text{g}$) e a testemunha (papel de filtro + solvente) com o intuito de avaliar possíveis diferenças estatísticas em relação aos tratamentos. Esta mostrou não haver diferença estatística significativa entre os dois tratamentos, evidenciando assim, que o solvente usado para

diluir os óleos é um produto inerte e que não interfere nos resultados obtidos, não comprometendo a confiabilidade da pesquisa. Porém com a finalidade de proporcionar livre escolha aos atíneos, optou-se por não eliminar nenhum dos tratamentos em questão. Em todas as análises estatísticas, utilizou-se para os valores da dose zero, a média de todos os valores das doses zero de cada ensaio, por óleo.

Vale salientar que o solvente empregado, a acetona, é amplamente utilizado na extração de óleos de sementes vegetais (SARDELLA; MATEUS, 1991). Desse modo já era esperado que não houvesse interferência destas substâncias nos resultados da pesquisa.

Na **TABELA 5** está discriminada a análise de variância para as variáveis acesso à área de provisão - **AAP**, marcação de território na área de provisão - **MTAP**, acesso ao papel de filtro - **APF**, marcação de território no papel de filtro - **MTPF** e exploração do local de tratamento - **ELT** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae). Estabeleceu-se um nível de confiabilidade experimental de 99% com fins de contrastar as hipóteses experimentais, no entanto, um valor foi significativo ao nível de 5% de probabilidade. Comprova-se que os todos os óleos testados influenciaram todos os comportamentos com exceção da exploração do local de tratamento - **ELT**. Assim é que os valores de “F” foram altamente significativos para essa fonte de variação ao nível de 1% de probabilidade.

Ainda discutindo os achados da mesma tabela, verifica-se que as interações não significantes sugerem que os fatores sob consideração atuam independentemente um do outro. Portanto, com relação às doses testadas apenas o comportamento marcação de território no papel de filtro - **MTPF** mostrou-se significativo ao nível de 5% de

probabilidade. Os demais comportamentos não apresentaram significância para esse fator.

Para os comportamentos: 6 - Exploração do local de tratamento e recrutamento, 7 - Início do corte no papel de filtro e 8 - Corte e transporte não foi observado qualquer atividade do inseto.

TABELA 5 - Análise de variância para o acesso à área de provisão - AAP, marcação de território na área de provisão - MTAP, acesso ao papel de filtro - APF, marcação de território no papel de filtro - MTPF e exploração do local de tratamento - ELT pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

Variáveis	Fontes de Variação	GL	QM	F	C.V (%)
AAP	Óleos (O)	4	3.091,95	14,02**	29,53
	Doses (D)	3	57,48	0,26 n.s.	
	O x D	12	220,43	0,73 n.s.	
MTAP	Óleos (O)	4	926,00	16,47**	17,64
	Doses (D)	3	4,63	0,08 n.s.	
	O x D	12	40,19	0,71 n.s.	
APF	Óleos (O)	4	46,40	11,39**	5,46
	Doses (D)	4	6,89	1,69 n.s.	
	O x D	16	7,33	1,80 n.s.	
MTPF	Óleos (O)	4	6,02	17,41**	1,65
	Doses (D)	4	0,79	2,29*	
	O x D	16	1,00	2,90**	
ELT	Óleos (O)	4	10,11	2,00 n.s.	6,13
	Doses (D)	3	3,20	0,63 n.s.	
	O x D	12	5,00	0,99 n.s.	

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

** - significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F

n.s – não significativo

Verificamos ainda que o teste F para a interação foi significativo somente para a variável marcação de território no papel de filtro – **MTPF** ($P < 0,01$), indicando existir uma dependência entre os efeitos dos fatores.

De acordo com MOREIRA (1997), o comportamento das formigas do gênero *Atta*, na busca de provisão, sofre influências isoladas de ordem física, química e biológica ou a combinação de dois ou mais desses fatores.

As **FIGURAS de 4 a 28** revelam os resultados dos efeitos das doses (0 μg , 0,5 μg , 1,0 μg , 1,5 μg e 2,0 μg) para os óleos de Cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), Tipi (*Petiveria alliaceae*, L.), Alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), Candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) e Cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.) para os comportamentos: acesso à área de provisão – **AAP**, marcação de território na área de provisão – **MTAP**, acesso ao papel de filtro – **APF**, marcação de território no papel de filtro – **MTPF** e exploração do local de tratamento – **ELT**. Os gráficos estão formatados tendo no seu eixo (y) o valor acumulado da quantidade de operárias provenientes das três repetições e no eixo (x) o número de observações a intervalos de 15 minutos.

Devido à elevada volatilidade dos compostos testados e ao próprio mecanismo liberador inato dos insetos, as reações das operárias são mais evidentes na primeira hora de observação.

As **FIGURAS 4, 6, 8, 10 e 12** mostram os efeitos da doses (0,5 μg , 1,0 μg , 1,5 μg e 2,0 μg) para os óleos de Cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), Tipi (*Petiveria alliaceae*, L.), Alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), Candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) e Cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.) para a variável acesso à área de provisão – **AAP**.

No gráfico da **FIGURA 4** observa-se que a partir do segundo lapso de tempo até o quinto lapso de tempo, as doses de 0,5 µg, 1,0 µg e 2,0 µg incitaram uma maior movimentação das operárias de *A. opaciceps* no acesso à área de provisão para o óleo de cravo-de-urubu (*P. ruderale* Cass.) A partir daí, ou seja, após uma hora do início do ensaio a movimentação de operárias decresce, principalmente para as doses de 0,5 µg e 2,0 µg. Do sétimo lapso até o décimo oitavo lapso comprova-se um período de estabilidade dinâmica característico do processo de acomodação habitual da classe *Insecta* denominado de “absorção de hábito”. No décimo oitavo lapso verifica-se um novo incremento de operárias à fonte de estímulo notadamente para as doses de 0,5 µg e 2,0 µg. Tal fenômeno pode ser explicado pelo desbloqueio de receptores das operárias “habitadas” ou pelo recrutamento de novas operárias, até então, não estimuladas. No entanto, para a dose de 1,5 µg observamos que para todo o ensaio não houve incremento na quantidade de operárias de *A. opaciceps* ensejando um efeito alomonal para esta dose.

Na **FIGURA 6** para o óleo de tipi (*P. alliaceae*) a partir do segundo lapso de tempo notamos um aumento considerável no número de operárias para as doses de 0,5 µg e 2,0 µg enquanto que para a dose de 1,0 µg esse aumento se dá a partir do quarto intervalo de tempo. Após a terceira hora de observação os valores caem drasticamente para as doses de 0,5 µg e 1,0 µg. A partir desse ponto observamos o período de estabilidade dinâmica mas com picos bastante acentuados para a dose de 5,0 µg. A dose de 1,5 µg praticamente não manifestou qualquer alteração no número de operárias que acessam a área de provisão até a primeira metade do ensaio ensejando um efeito alomonal para esta dose.

O efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg e 2,0 µg) do óleo de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.) para o acesso à área de provisão está mostrado na **FIGURA 8**. O padrão comportamental da espécie se repete sendo que a dose de 2,0 µg demonstra um maior efeito quromonal em relação às demais. Notamos que a primeira hora de observação, até o quarto lapso de tempo, há uma maior movimentação das operárias de *A. opaciceps* sendo a dose de 1,5 µg aquela que apresentou a menor movimentação.

Na **FIGURA 10** observamos que apesar do inseto manter o seu padrão comportamental com uma maior movimentação na primeira hora do ensaio, há uma mudança na seqüência das doses, ou seja, nesse caso a dose de 1,5 µg foi a que apresentou uma maior movimentação de operárias e manteve-se nesse patamar durante todo o ensaio indicando para o óleo de candieiro (*V. pohlii*) um efeito quromonal em relação às demais doses.

O efeito do óleo de cravo-de-defunto nas doses testadas para a variável acesso à área de provisão é mostrado na **FIGURA 12**. Para a primeira hora de observação apenas as doses menores de 0,5 µg e 1,0 µg incitaram a movimentação do inseto enquanto que as doses maiores não estimularam o inseto a acessar a área de provisão. No entanto, após o sexto lapso de tempo observamos um pico de movimentação para a dose de 2,0 µg com uma posterior diminuição até o décimo oitavo lapso de tempo, enquanto que para a dose de 1,5 µg notamos uma pequena movimentação do inseto durante todo o ensaio.

De acordo com PANNIZI & PARRA (1991) as informações sobre o papel desempenhado pelos órgãos sensoriais no processo alimentar das formigas são encontradas esparsamente na literatura entomológica. As variáveis em discussão apresentam como característica comum o envolvimento do flagelo antenal para a avaliação do estímulo dos tratamentos. A antena é, sem dúvida, o mais complexo, o

mais importante e o mais estudado dos órgãos responsáveis pela identificação do alimento pelas formigas. Isto se deve ao fato de que a antena é capaz de detectar informações de natureza tátil, vibratória, térmica, boa parte das informações gustativas e a totalidade das informações olfativas. A antena participa ativamente de qualquer comportamento ligado à procura ou à identificação do alimento. A identificação de um alimento é a sucessão ou justaposição de sequências comportamentais nas quais as diversas modalidades sensoriais participam.

Ainda segundo os autores, quando uma formiga é colocada frente a um alimento, ela vai, na maioria das vezes, sucessivamente, “olhar” através dos receptores ommatídeos do olho, “sentir” com o auxílio da antena, varrendo o ar em torno dela através dos receptores olfativos antenais, “tocar” para provar o gosto do alimento pelos receptores gustativos e sensíveis das antenas e dos palpos e, por último, “fazer o contato” com as outras partes da região oral.

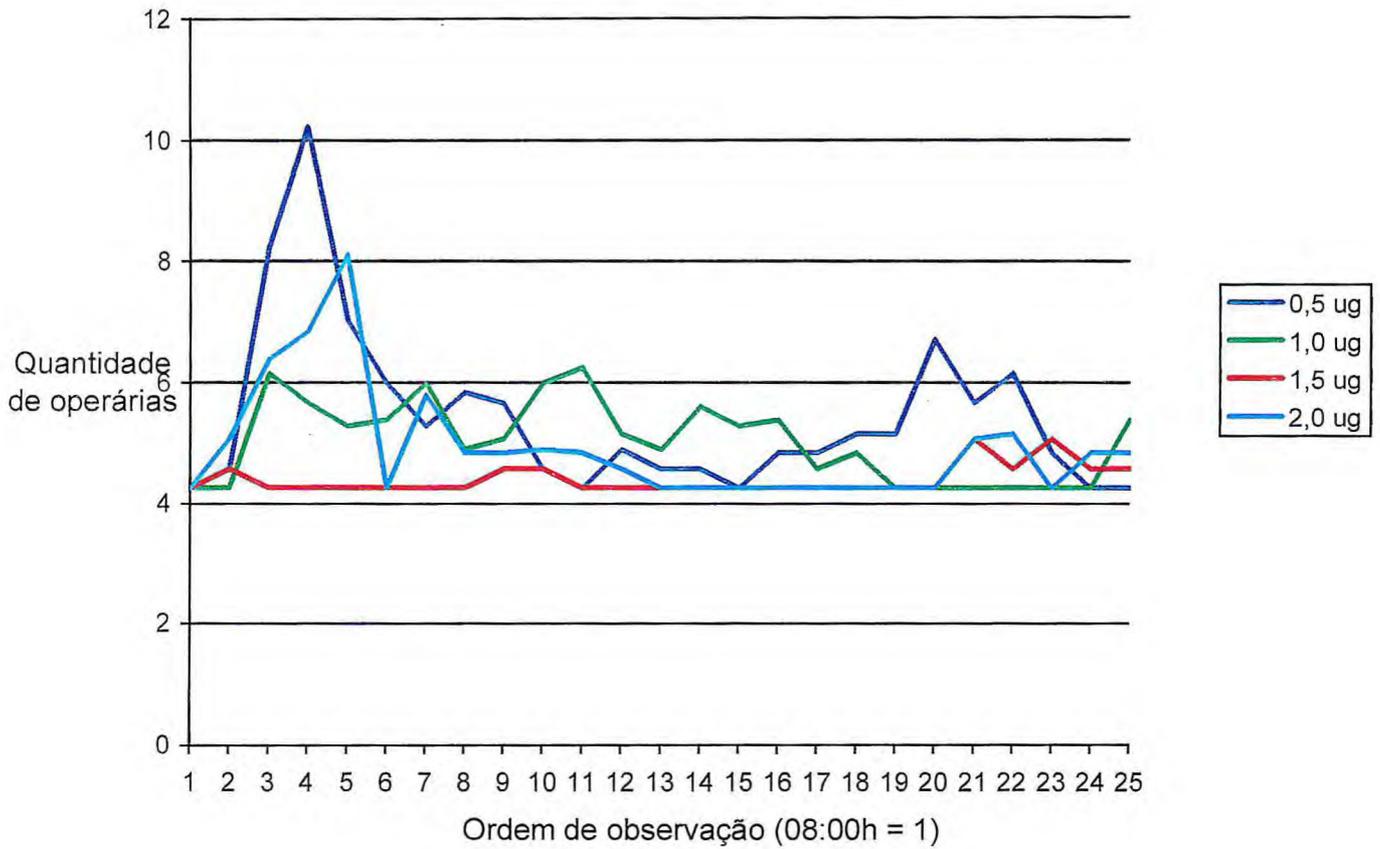


FIGURA 4 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), no acesso à área de provisão - **AAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

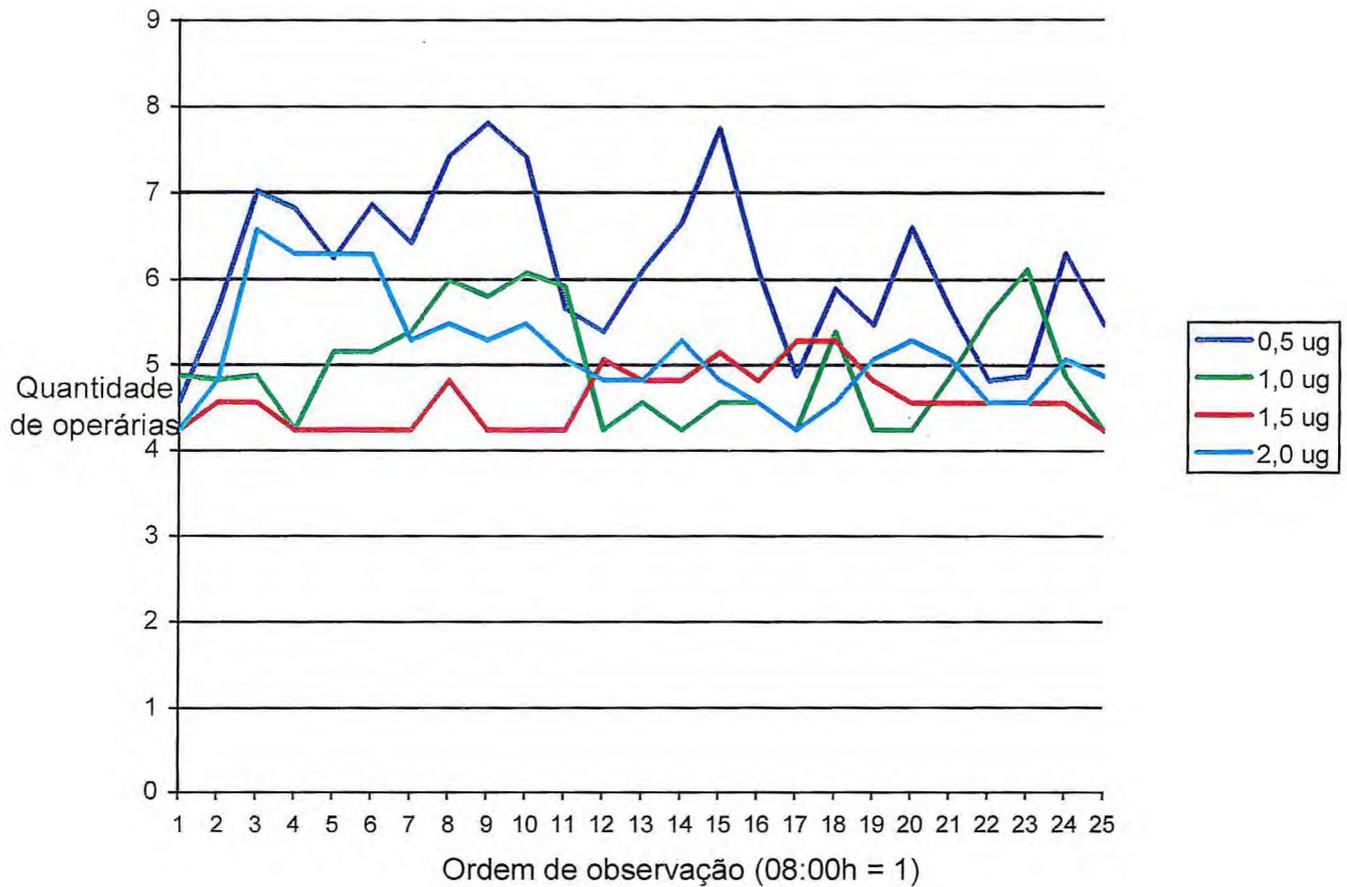


FIGURA 6 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de tipi (*Petiveria alliaceae* L.), no acesso à área de provisão - AAP pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

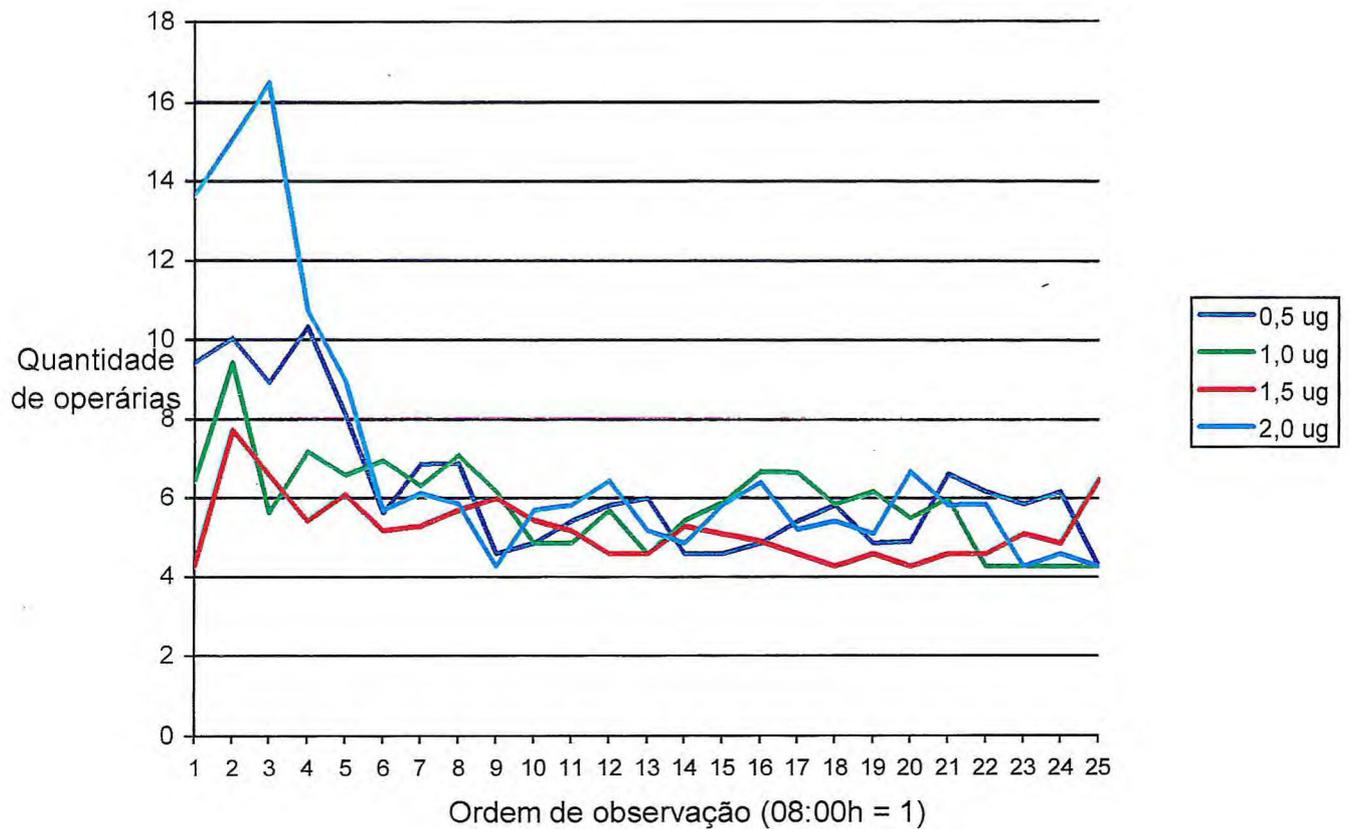


FIGURA 8 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), no acesso à área de provisão - AAP pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

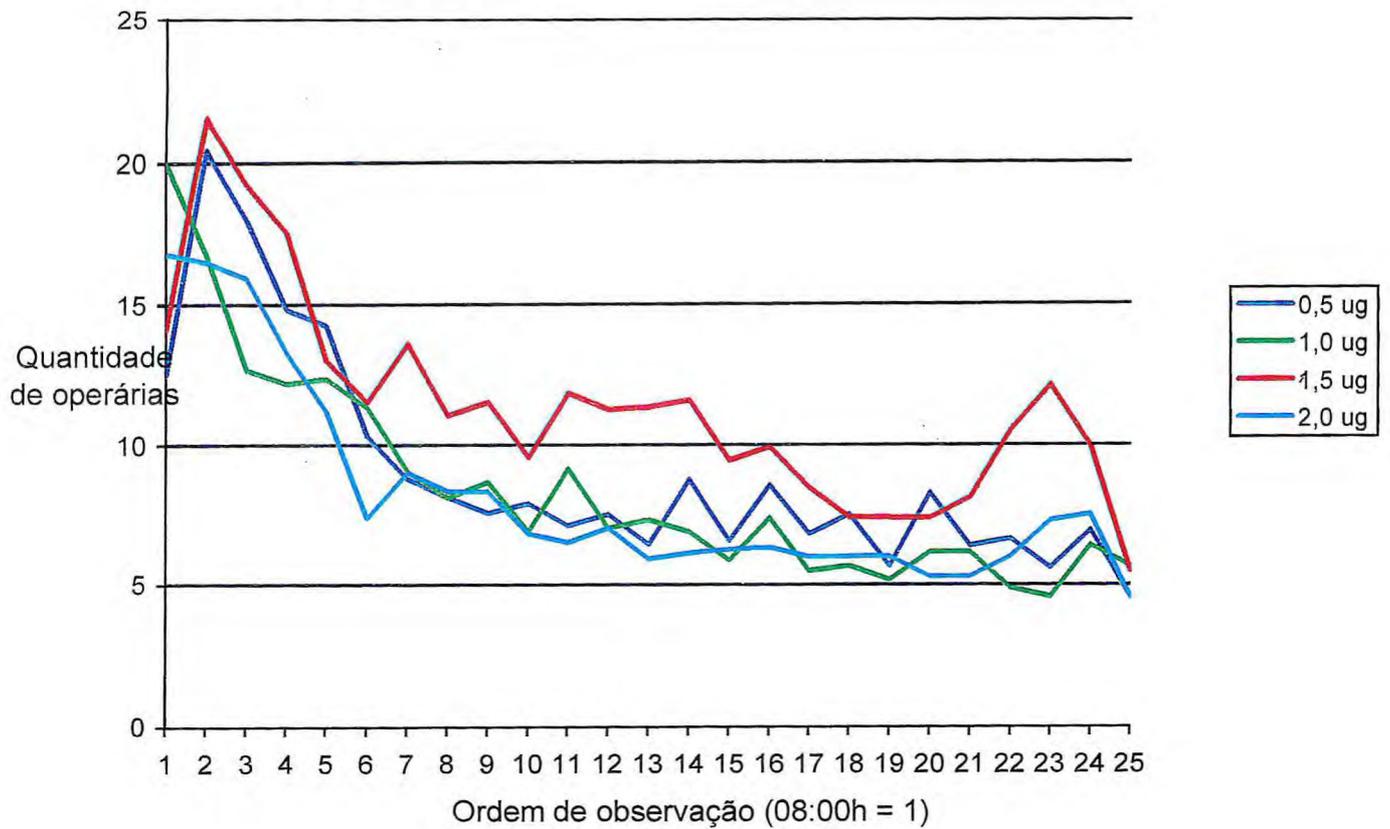


FIGURA 10 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*), no acesso à área de provisão - AAP pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

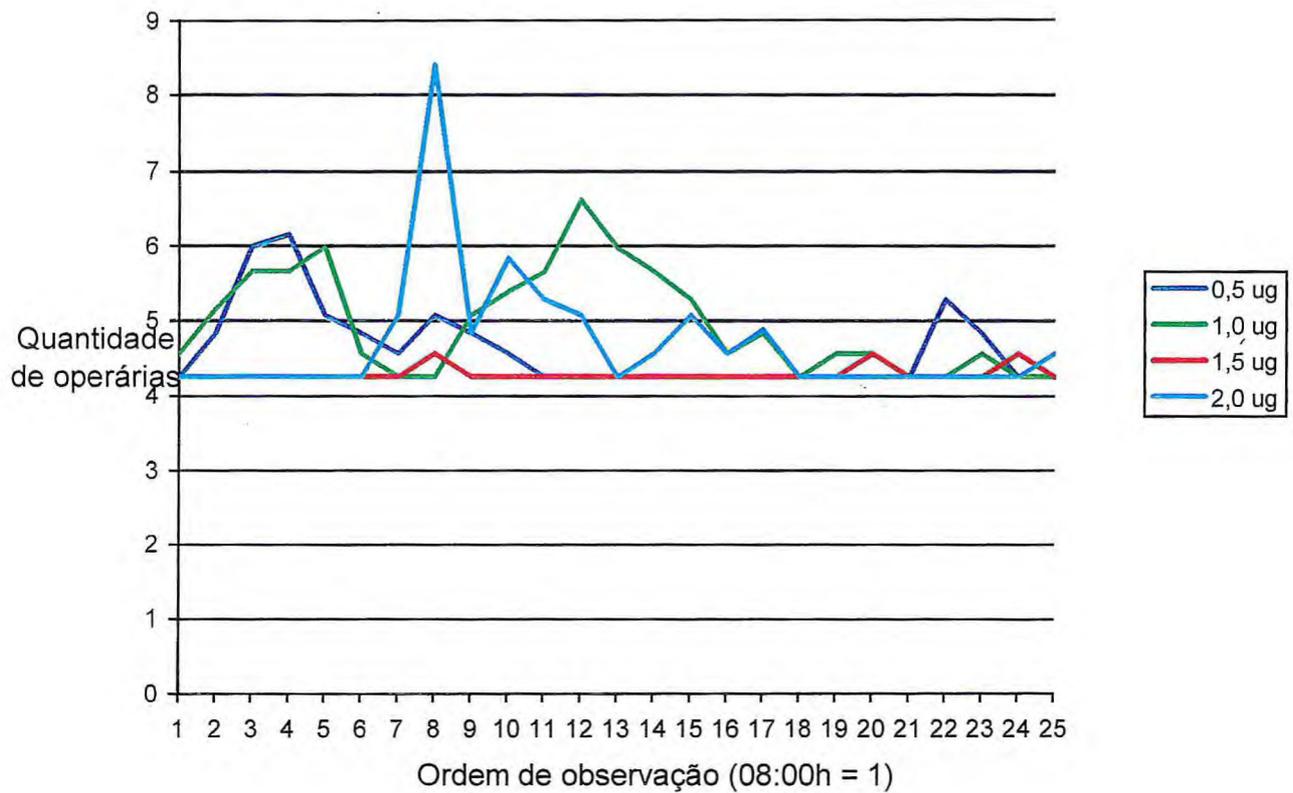


FIGURA 12 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.), no acesso à área de provisão - **AAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

As **FIGURAS 5, 7, 9, 11 e 13** mostram os efeitos das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg e 2,0 µg) para os óleos de Cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), Tipi (*Petiveria alliaceae*, L.), Alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), Candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) e Cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.) para a variável marcação de território na área de provisão – **MTAP**.

Esse comportamento está intimamente relacionado com o acesso das operárias na área de provisão daí muitas vezes observarmos o mesmo tipo de comportamento.

Na **FIGURA 5** temos o efeito das doses testadas para o óleo de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.) na marcação de território na área de provisão. Constatamos para essa variável que as doses de 0,5 µg e 2,0 µg apresentaram os maiores valores para a quantidade de operárias seguido da dose de 1,0 µg para a primeira hora de observação. Após esse período observamos um nítido período de estabilidade dinâmica característico do processo de acomodação habitual dessa classe de indivíduos. Constatamos também para essa variável que a dose de 1,5 µg foi a que apresentou uma menor variação na quantidade de operárias que marcavam o território na área de provisão indicando um efeito alomonal nessa dose.

Para a **FIGURA 7** o óleo de tipi (*Petiveria alliaceae*, L.) nas doses de 2,0 µg, 0,5 µg e 1,0 µg, nessa ordem incitaram um maior número de operárias a marcar território na área de provisão até o décimo segundo lapso de tempo. Para esse mesmo período a dose de 1,5 µg apresentou uma menor movimentação do inseto para a marcação de território na área de provisão.

Segundo HOLLDOBLER (1976) a marcação de território é uma característica das formigas para execução de certas atividades comportamentais e envolve áreas que

circundam o formigueiro e as trilhas que o inseto utiliza na busca de provisão, que podem ser alteradas em função do desenvolvimento da colônia.

O efeito do óleo de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.) nas referidas doses para a marcação de território na área de provisão está mostrado na **FIGURA 9**. Já a partir da colocação dos tratamentos, a dose de 2,0 µg apresentou, de início, uma elevada tendência para uma fonte queromonal seguidas das doses de 0,5 µg e 1,0 µg incitando uma elevada movimentação das operárias para a marcação de território na área de provisão. Para a dose de 2,0 µg observamos uma forte queda até o sexto lapso de tempo, por volta de uma hora e meia após o início do experimento. As doses de 0,5 µg e 1,0 µg também decrescem a movimentação dos atíneos mais lentamente até o oitavo lapso de tempo, por volta de duas horas após o início do ensaio. Entretanto, para a primeira hora do ensaio, ou seja, até o quarto intervalo de observação a dose de 1,5 µg apresentou uma menor quantidade de operárias no referido comportamento.

Com relação à marcação de território, os sinais químicos utilizados a marcação e trilhas podem ser modulados para a marcação da área em volta do saúveiro ou nos locais e corte de substrato vegetal. Pelo fato do feromônio de território ser altamente volátil é provável que a marcação de áreas seja, entre as cortadeiras, uma atividade contínua e relacionada a intensidade de exploração de território. Embora os componentes feromonais não tenham sido perfeitamente identificados, sabe-se que pequenas variações nas suas proporções relativas bastam para caracterizar uma colônia específica (VILELA; DELLA-LÚCIA e JAFFÉ, 1987).

A **FIGURA 11** revela o efeito das doses ensaiadas do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) na marcação de território na área de provisão pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps*. Para a primeira hora de observação, a dose de 1,5 µg

apresentou uma elevada movimentação dos atíneos seguido das doses de 1,0 μg , 2,0 μg e por último pela dose de 0,5 μg indicando ser a dose de 1,5 μg para esse óleo uma promissora fonte queromonal. A quantidade de operárias decresce rapidamente até o sexto lapso de observação atingindo o período de estabilidade dinâmica até o final do experimento mas sempre mantendo a dose de 1,5 μg como a dose que propiciou uma maior marcação de território pelas operárias.

Para o efeito das doses sobre o comportamento de marcação de território na área de provisão do óleo de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.) nos referimos à **FIGURA 13**. Nesse caso, notamos nitidamente que a dose de 1,5 μg foi a dose que incitou uma menor movimentação de operárias durante todo o ensaio para o parâmetro estudado indicando um provável efeito alomonal. A dose de 0,5 μg também apresentou uma baixa quantidade de indivíduos para a variável em estudo. Na primeira hora de observação a dose de 1,0 μg revelou os maiores valores do número de saúvas para a marcação de território na área de provisão.

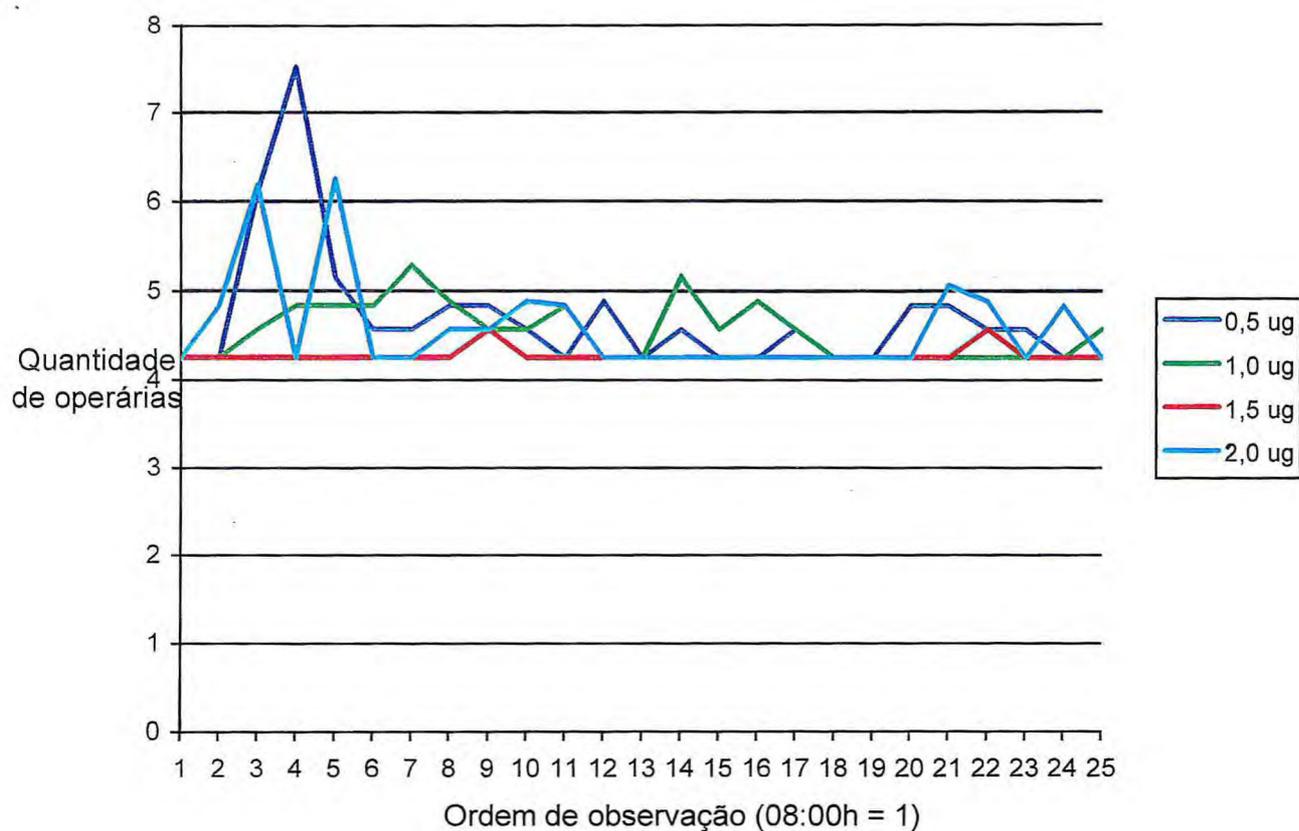


FIGURA 5 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), na marcação de território na área de provisão - **MTAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

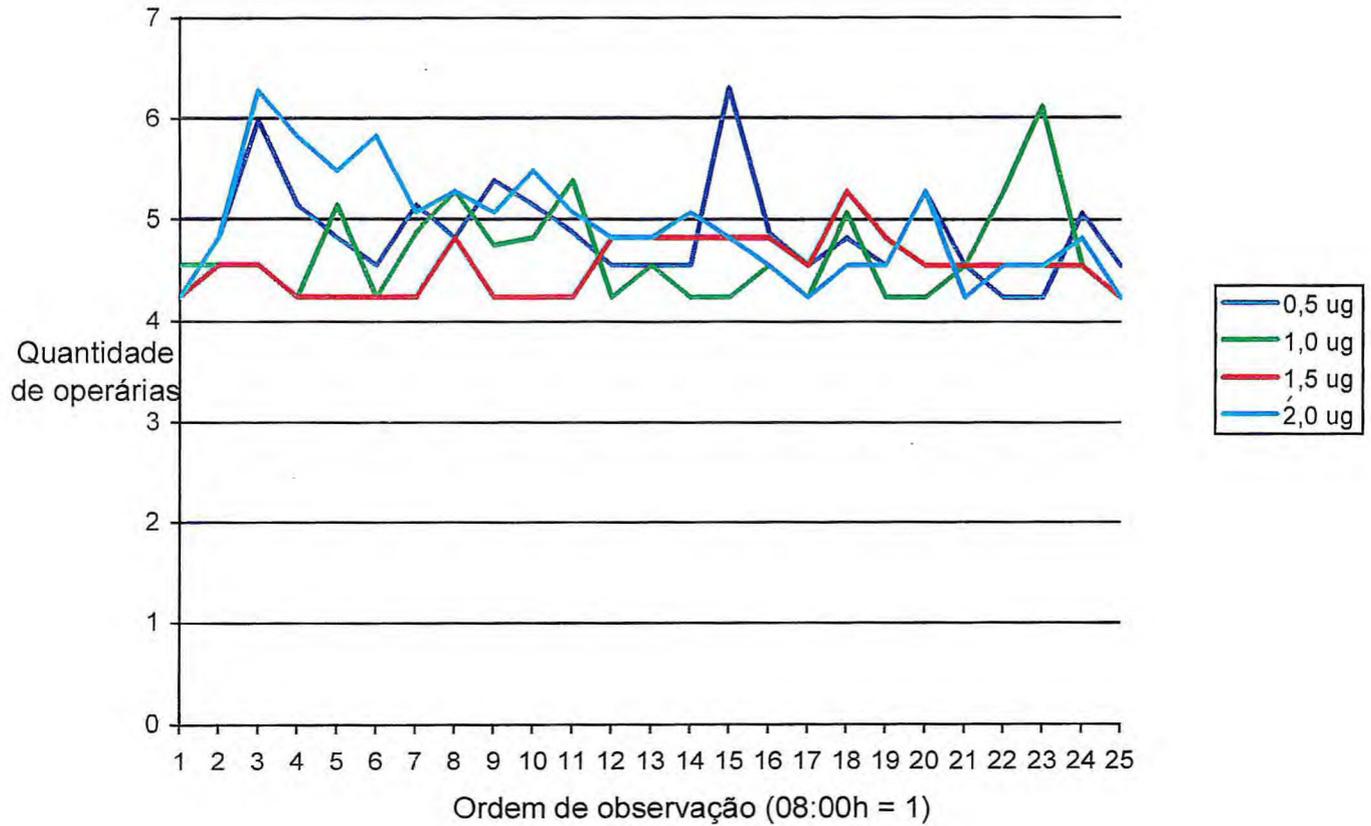


FIGURA 7 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de tipi (*Petiveria alliacea*, L.), na marcação de território na área de provisão - **MTAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

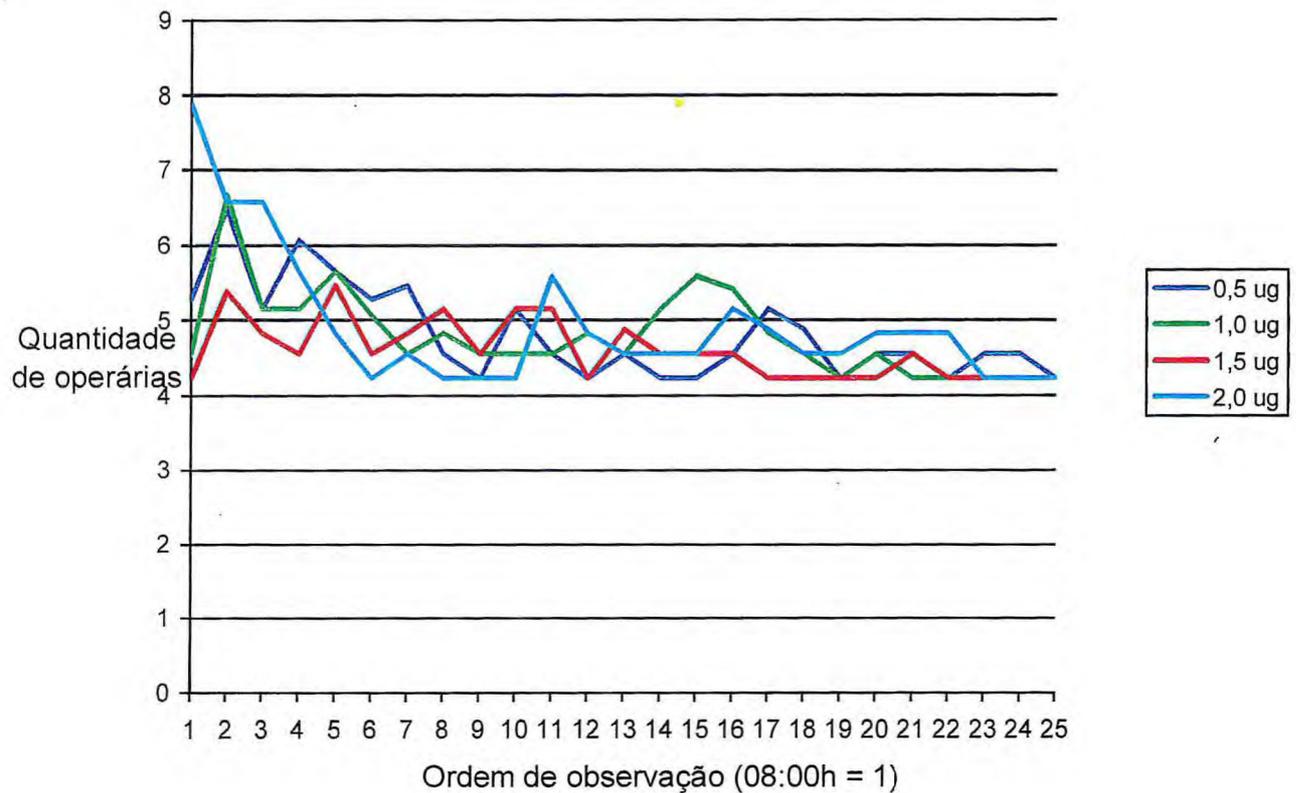


FIGURA 9 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), na marcação de território na área de provisão - **MTAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

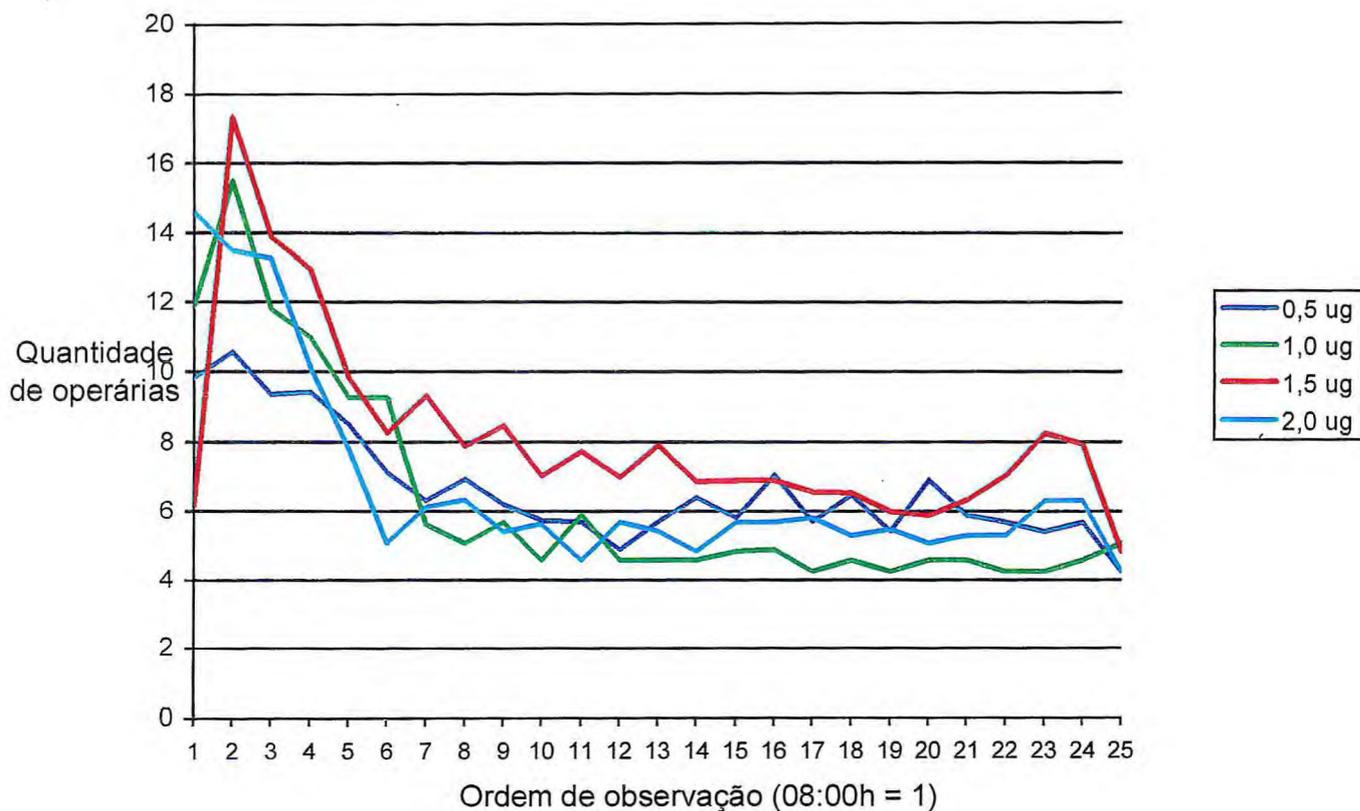


FIGURA 11 – Efeito das doses (0,5 μ g, 1,0 μ g, 1,5 μ g, 2,0 μ g) do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*), na marcação de território na área de provisão - **MTAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

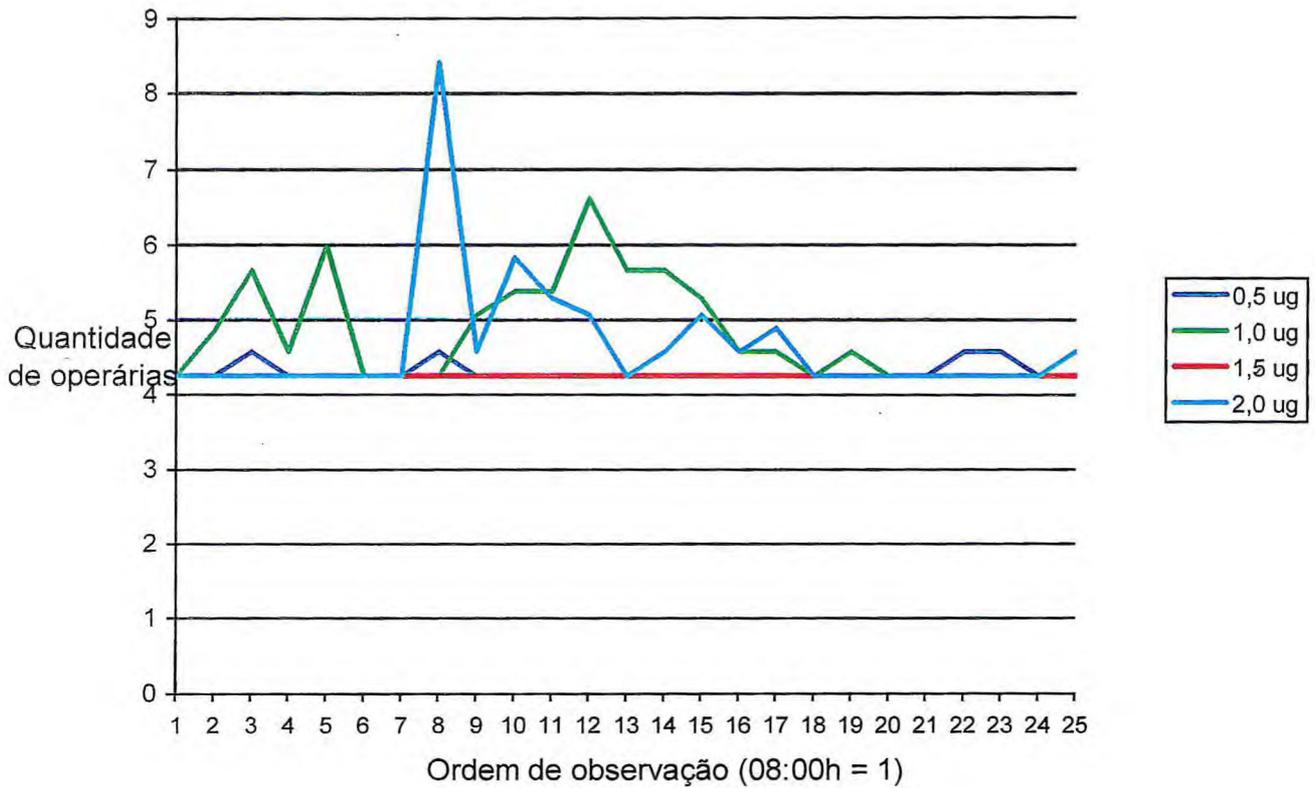


FIGURA 13 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.), na marcação de território na área de provisão - **MTAP** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

As **FIGURAS 14, 16, 18, 20 e 22** mostram os efeitos das doses (0 μg , 0,5 μg , 1,0 μg , 1,5 μg e 2,0 μg) para os óleos de Cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), Tipi (*Petiveria alliaceae*, L.), Alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), Candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) e Cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.) para a variável acesso ao papel de filtro – **APF**.

A representação gráfica da **FIGURA 14** nos mostra o resultado do efeito das doses testadas do óleo de cravo-de-urubu (*P. ruderale* Cass.) no acesso ao papel de filtro. Notamos que a partir do segundo lapso de observação há um incremento do número de indivíduos que acessam o papel de filtro para a dose de 0,5 μg até o sexto lapso de observação e decrescendo a partir desse ponto. Para a dose de 2,0 μg esse aumento se dá a partir do terceiro lapso de observação mantendo-se constante entre o quarto e o quinto intervalo e caindo a partir desse ponto. Nesse mesmo período, ou seja, na primeira hora de observação as doses de 1,0 μg e de 1,5 μg não incitaram qualquer movimentação no acesso das operárias ao papel de filtro tratado, sendo que para a dose de 1,5 μg esse comportamento se verificou durante todo o ensaio.

Para a **FIGURA 16** a dose de 0,5 μg do óleo de *P. alliaceae* demonstrou ser uma promissora fonte queromonal pois verificamos um número maior dos atíneos para o acesso ao papel de filtro em relação às demais doses até o décimo sexto intervalo de observação.

No gráfico da **FIGURA 18** observa-se que o óleo de alecrim-pimenta (*L. sidoides*, Cham.), na dose de 2,0 μg tem efeito queromonal sobre as operárias de *A. opaciceps*, já no segundo lapso de observação para o acesso ao papel de filtro. A partir do oitavo lapso até o décimo sexto comprova-se um período de estabilidade dinâmica característico do processo de acomodação habitual em *Insecta*. No décimo sétimo lapso

verifica-se novo incremento de operárias à fonte de estímulo. Tal fenômeno pode ser explicado pelo desbloqueio de receptores das operárias “habitadas” ou recrutamento de novas operárias, até então, não estimuladas.

Para a **FIGURA 20** as doses de 0,5 µg e 2,0 µg de *V. pohlii* propiciaram um aumento no número de operárias acessando o papel de filtro até o terceiro lapso de observação decrescendo logo em seguida até o sétimo lapso de observação. No entanto, para as doses de 1,0 µg e 1,5 µg notamos uma diminuição no número de operárias acessando o papel de filtro para o mesmo período, ou seja, até o terceiro lapso de observação, denotando um efeito quermomonal para as primeiras doses e um efeito alomonal para estas últimas.

Na **FIGURA 22** o óleo de cravo-de-defunto (*T. minuta*, L.) na dose de 1,5 µg não incitou qualquer aumento na quantidade de operárias de *A. opaciceps* para o acesso ao papel de filtro durante todo o ensaio.

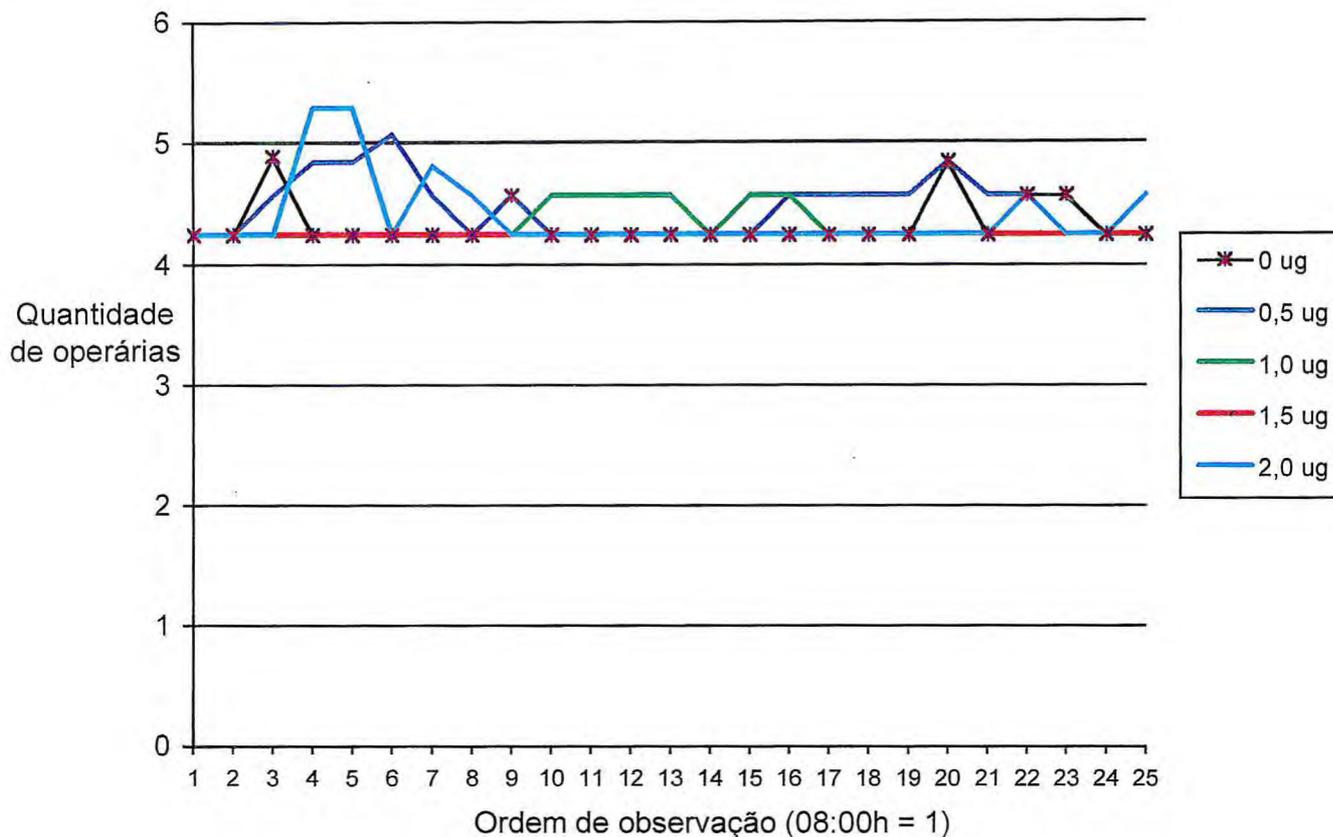


FIGURA 14 – Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo de urubu (*Porophyllum ruderale*, Cass.), no acesso ao papel de filtro - APF pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

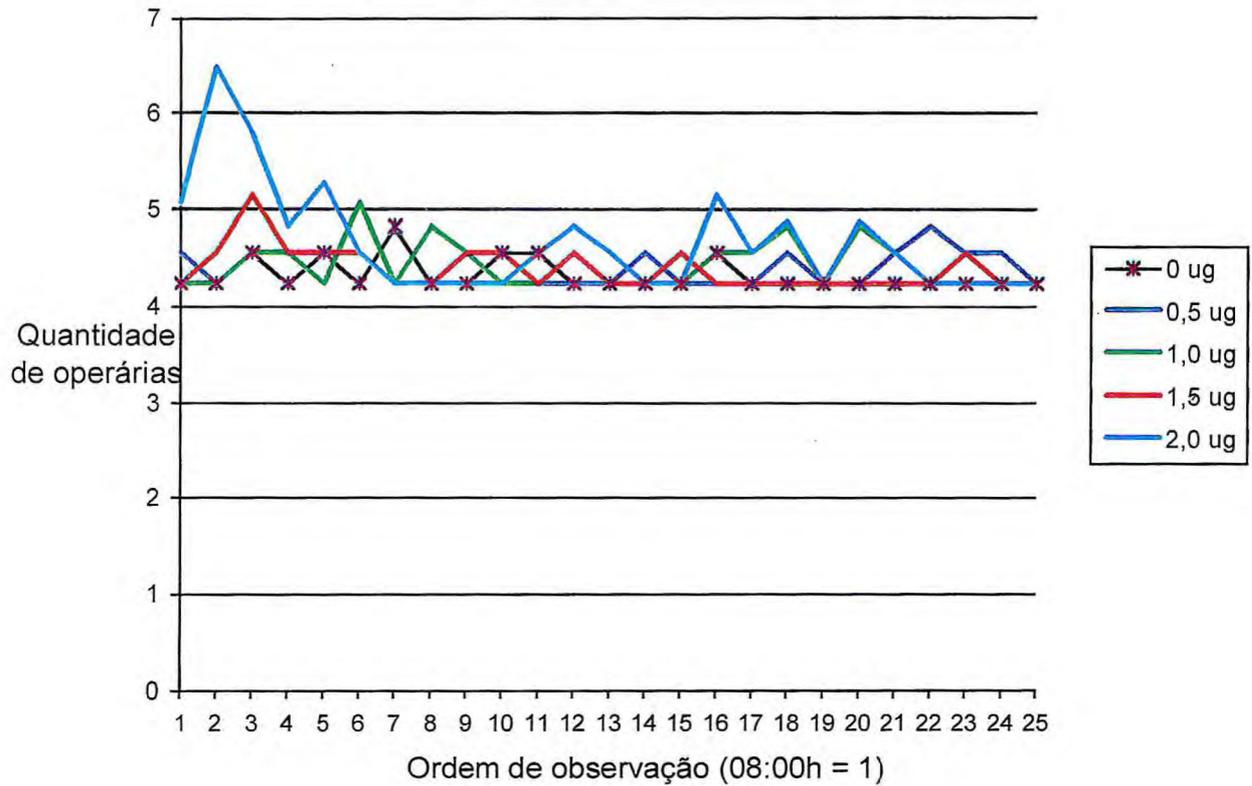


FIGURA 18 – Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de alecrim pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), no acesso ao papel de filtro - APF pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

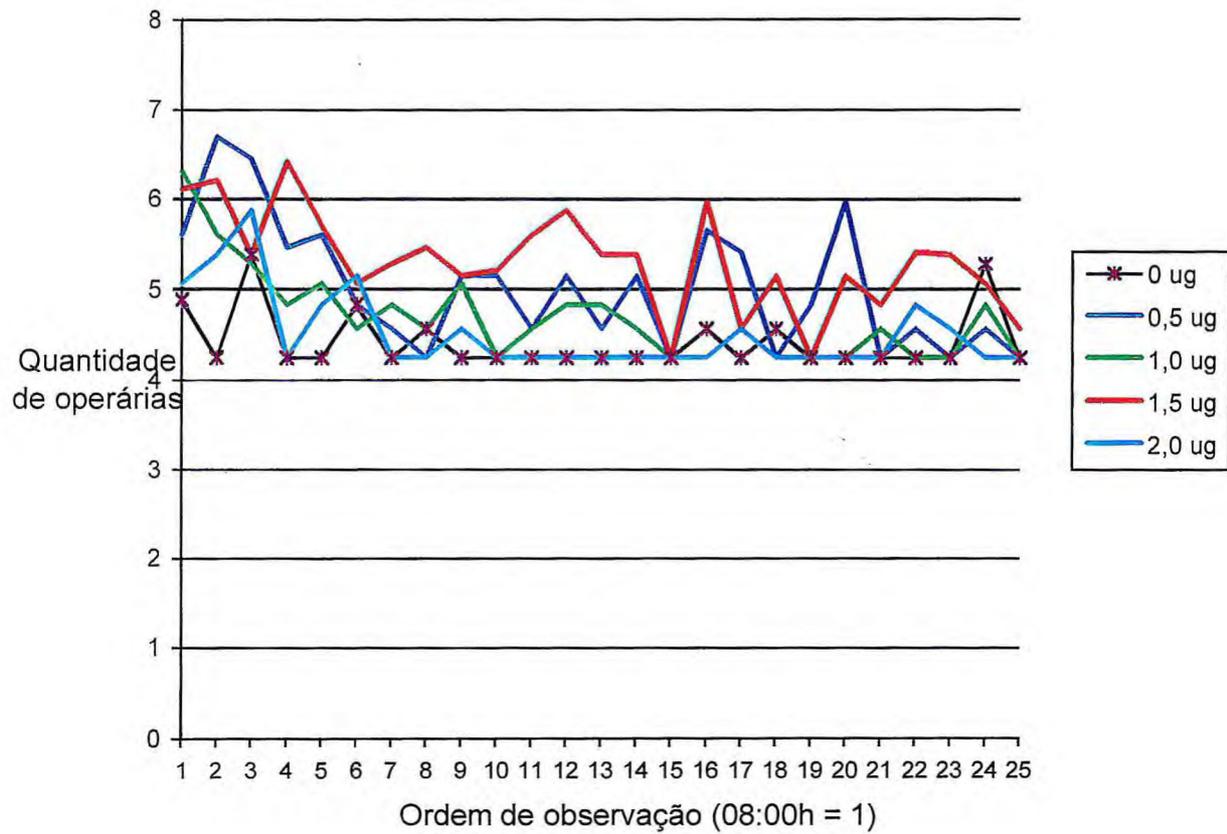


FIGURA 20 – Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*), no acesso ao papel de filtro - APF pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

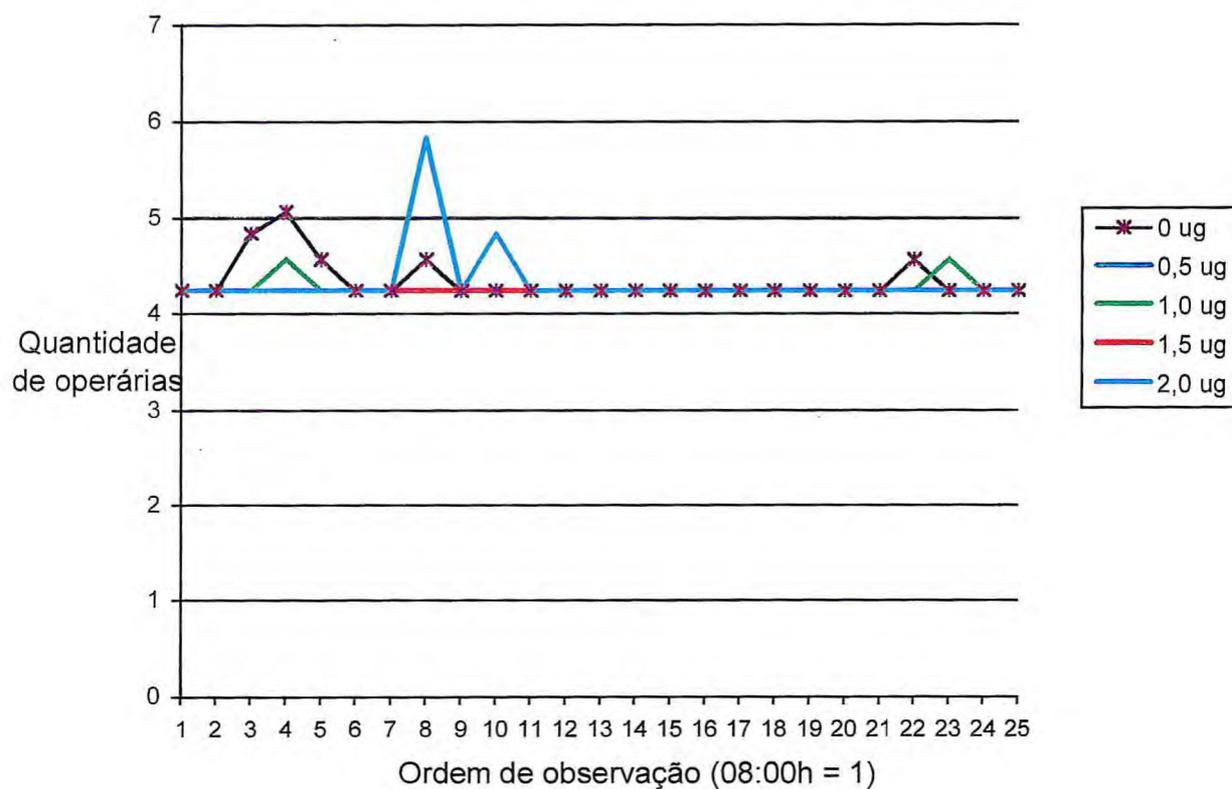


FIGURA 22 – Efeito das doses (0 μg , 0,5 μg , 1,0 μg , 1,5 μg , 2,0 μg) do óleo de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.), no acesso ao papel de filtro - APF pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

As **FIGURAS 15, 17, 19, 21 e 23** mostram os efeitos das doses (0 μg , 0,5 μg , 1,0 μg , 1,5 μg e 2,0 μg) para os óleos de Cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), Tipi (*Petiveria alliacea*, L.), Alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), Candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) e Cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.) para a variável marcação de território no papel de filtro – **MTPF**.

Nas **FIGURAS 15, 17, 19 e 23** não há uma explicação concreta para o comportamento das operárias em relação à essa variável. Seria razoável admitir que estas reações erráticas resultem de contaminação exógena, não percebida durante o experimento, e/ou a ruído endógeno no mecanismo liberador inato das operárias.

A **FIGURA 21** mostra os resultados para o óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) na marcação de território no papel de filtro para as doses testadas. Para as doses de 0,5 μg , 1,5 μg e 2,0 μg observa-se um incremento no número de operárias realizando a marcação de território no papel de filtro nos primeiros quinze minutos do ensaio correspondente ao primeiro intervalo de observação. A partir do segundo lapso de tempo esse número começa a cair até o quinto intervalo de observação para a dose de 2,0 μg e até o sexto intervalo de observação para as doses de 0,5 μg e 1,5 μg . Entretanto, para a dose de 1,0 μg a quantidade de operárias decresce rapidamente desde o início do experimento, no primeiro lapso de observação e permanece nesse patamar até o final do experimento indicando um efeito alomonal para essa dose.

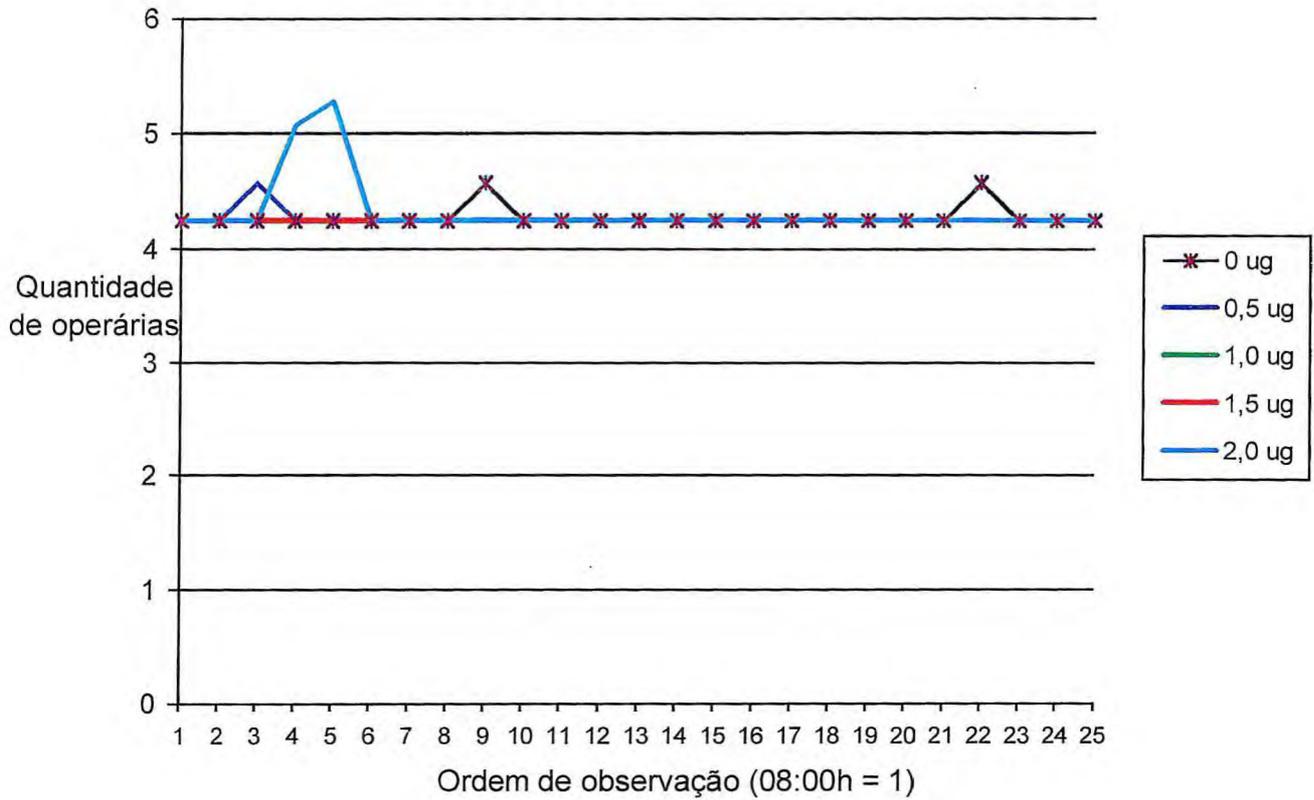


FIGURA 15 – Efeito das doses (0 μg , 0,5 μg , 1,0 μg , 1,5 μg , 2,0 μg) do óleo de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), na marcação de território no papel de filtro - MTPF pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

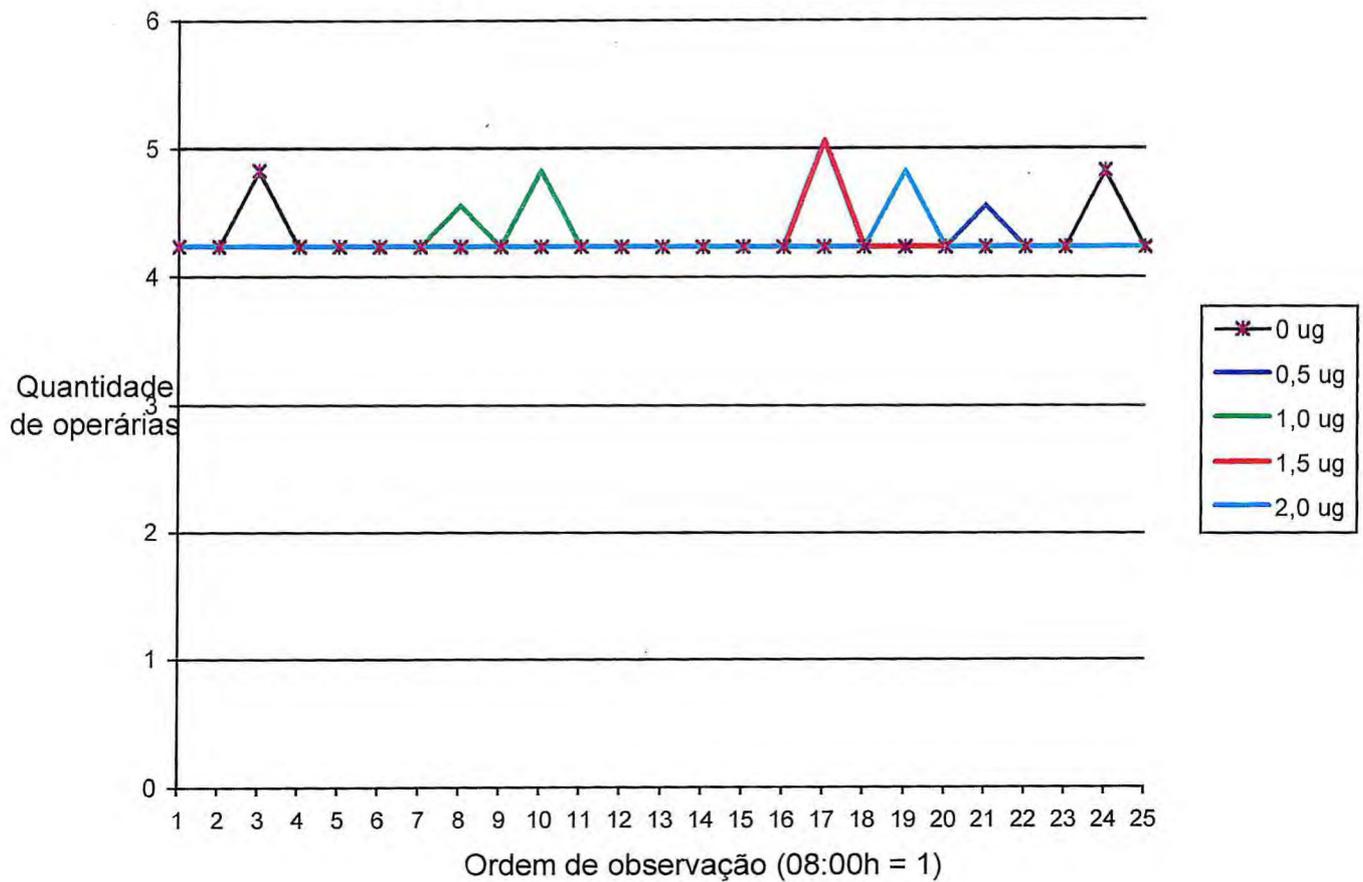


FIGURA 17 – Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de tipi (*Petiveria alliacea*, L.), na marcação de território no papel de filtro - **MTPF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

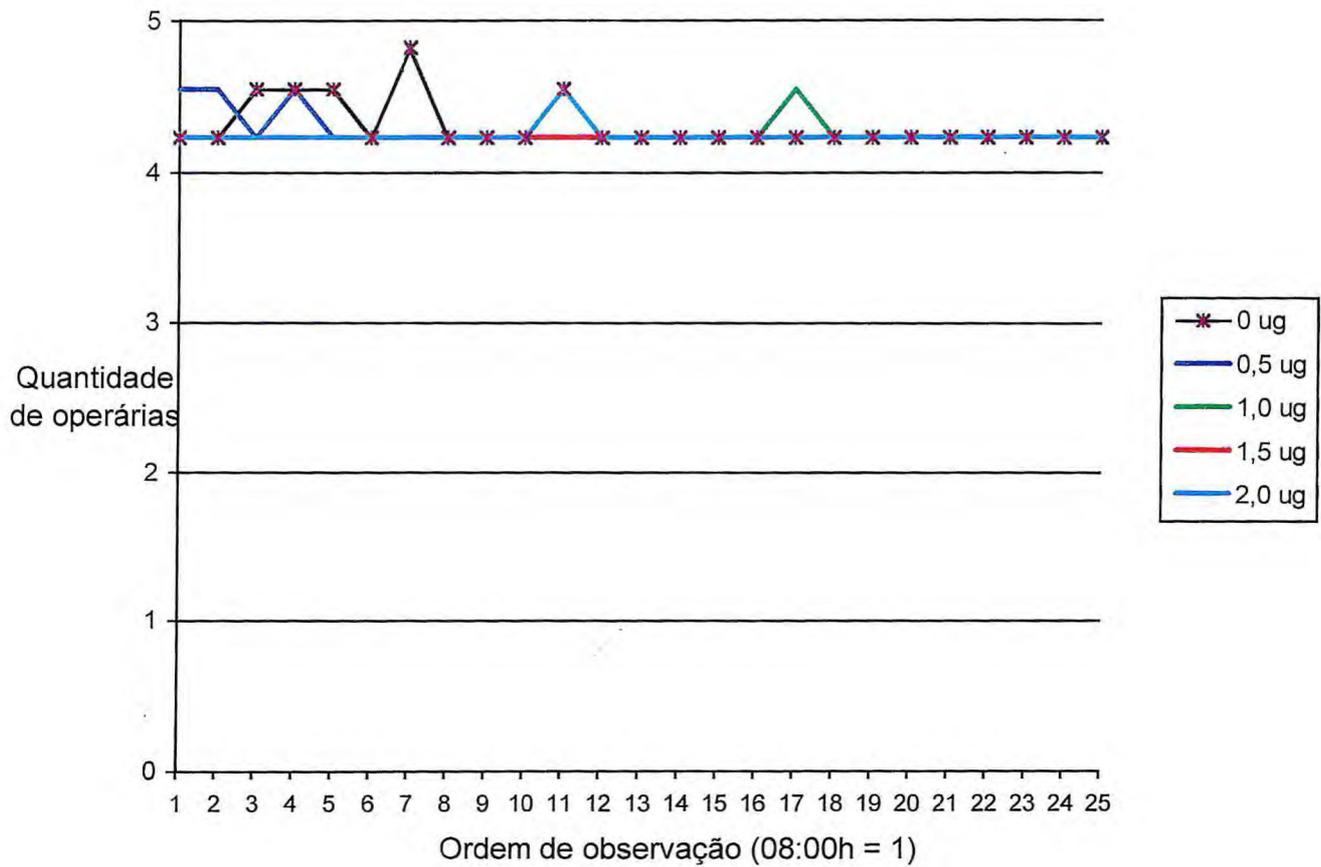


FIGURA 19 – Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de alecrim pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), na marcação de território no papel de filtro - **MTPF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

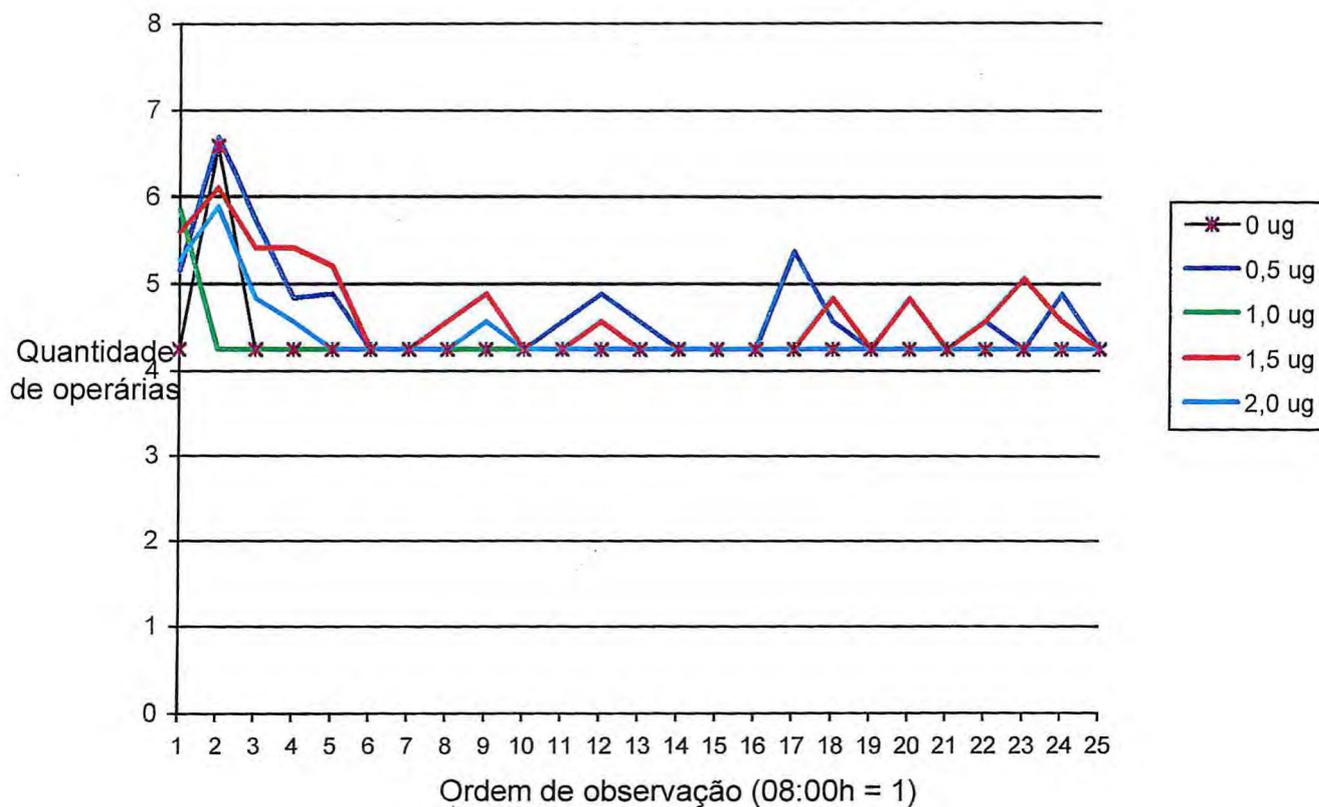


FIGURA 21 – Efeito das doses (0 µg, 0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*), na marcação de território no papel de filtro - **MTPF** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

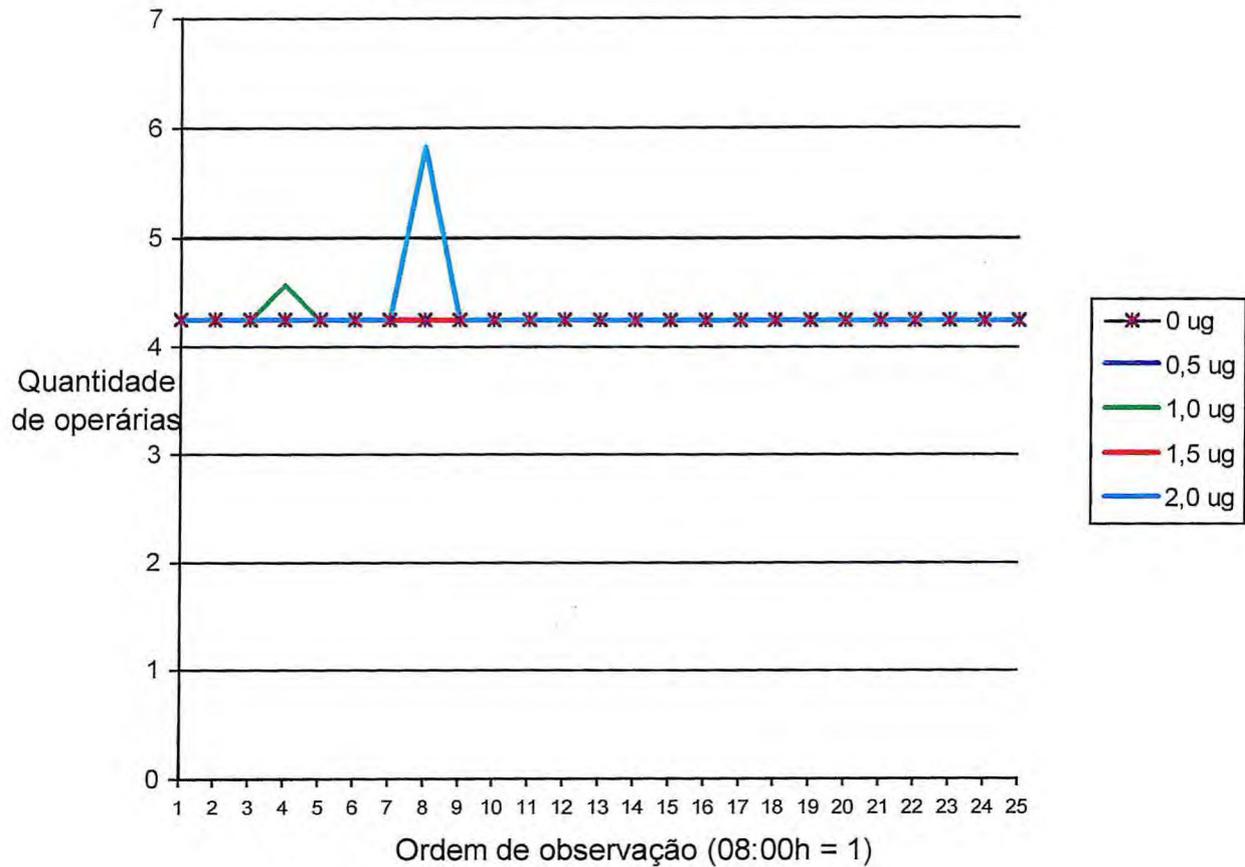


FIGURA 23 – Efeito das doses (0 μg , 0,5 μg , 1,0 μg , 1,5 μg , 2,0 μg) do óleo de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.), na marcação de território no papel de filtro - MTPF pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

As **FIGURAS 24, 25, 26, 27 e 28** mostram os efeitos das doses (0 μg , 0,5 μg , 1,0 μg , 1,5 μg e 2,0 μg) para os óleos de Cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), Tipi (*Petiveria alliaceae*, L.), Alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), Candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) e Cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.) para a variável exploração do local de tratamento – **ELT**.

A **FIGURA 24** revela o efeito das doses ensaiadas do óleo de cravo-de-urubu (*P. ruderale*) sobre o comportamento de exploração do local de tratamento pelas operárias de *A. opaciceps*. Podemos observar que a partir do segundo e do terceiro lapso de tempo há um aumento do número de indivíduos para a exploração do local de tratamento para as doses de 2,0 μg e de 0,5 μg e 1,0 μg , respectivamente. A quantidade de operárias diminui para as referidas doses a partir do nono lapso de observação. Também notamos que para a dose de 1,5 μg para esse mesmo período não foi constatado qualquer alteração no número de indivíduos que exploravam o local de tratamento.

Para a **FIGURA 25** a dose de 0,5 μg do óleo de tipi (*P. alliaceae*) mostrou um elevado efeito quimomonal em relação às demais doses até a décima sétima observação. A dose de 2,0 μg foi a que menos estimulou as operárias a realizarem a exploração do local de tratamento.

Na **FIGURA 26** a dose de 2,0 μg do óleo do alecrim-pimenta (*L. sidoides*, Cham.) apresentou-se como uma promissora fonte quimomonal a partir da colocação dos tratamentos no primeiro lapso de observação levando a um aumento considerável no número de atíneos que exploravam o local de tratamento na primeira hora de observação. Após esse período, ou seja, a partir do sexto intervalo de observação a dose

de 1,5 μg revelou-se como a dose que propiciou uma menor movimentação dos indivíduos na exploração do local de tratamento até o final do experimento denotando um efeito alomonal nessa dose.

Para a **FIGURA 27** as doses de 0,5 μg e 2,0 μg apresentaram nos primeiros quinze minutos um aumento na movimentação das operárias para a variável em questão sendo que para a dose de 0,5 μg o número de operárias caiu rapidamente após o segundo lapso de observação. Já para a dose de 2,0 μg , essa queda ocorreu mais lentamente até o sexto lapso de observação. Para a dose de 1,5 μg notamos o inverso, ou seja, não houve qualquer alteração no número de operárias para os quinze minutos iniciais do ensaio mas a partir do segundo lapso de observação houve um rápido aumento na movimentação dos indivíduos permanecendo em um equilíbrio dinâmico até por volta do sétimo intervalo de observação voltando a cair em seguida.

Com relação a **FIGURA 28** não há uma explicação concreta para o comportamento das operárias em relação à essa variável. Seria razoável admitir que estas reações erráticas resultem de contaminação exógena, não percebida durante o experimento, e/ou a ruído endógeno no mecanismo liberador inato das operárias.

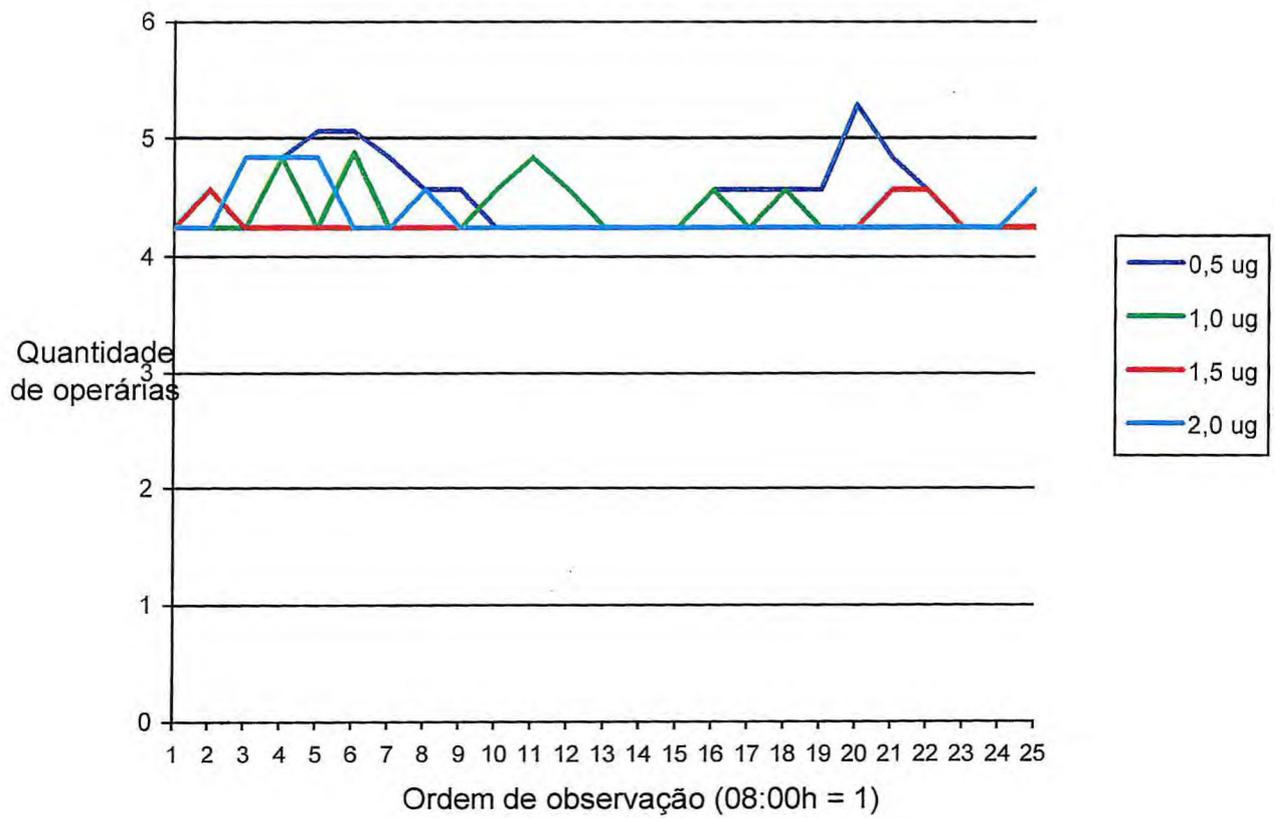


FIGURA 24 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale* Cass.), na exploração do local de tratamento - **ELT** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

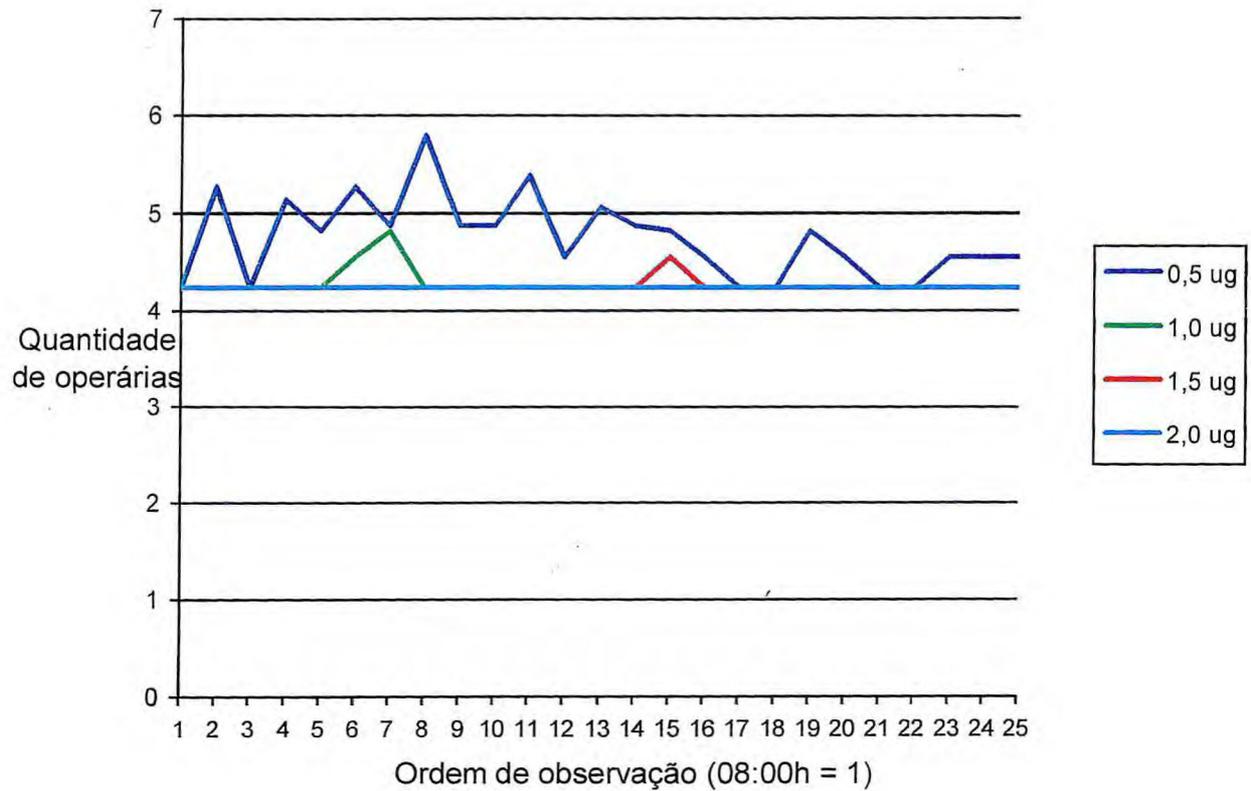


FIGURA 25 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de tipi (*Petiveria alliaceae*, L.), na exploração do local de tratamento - ELT pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

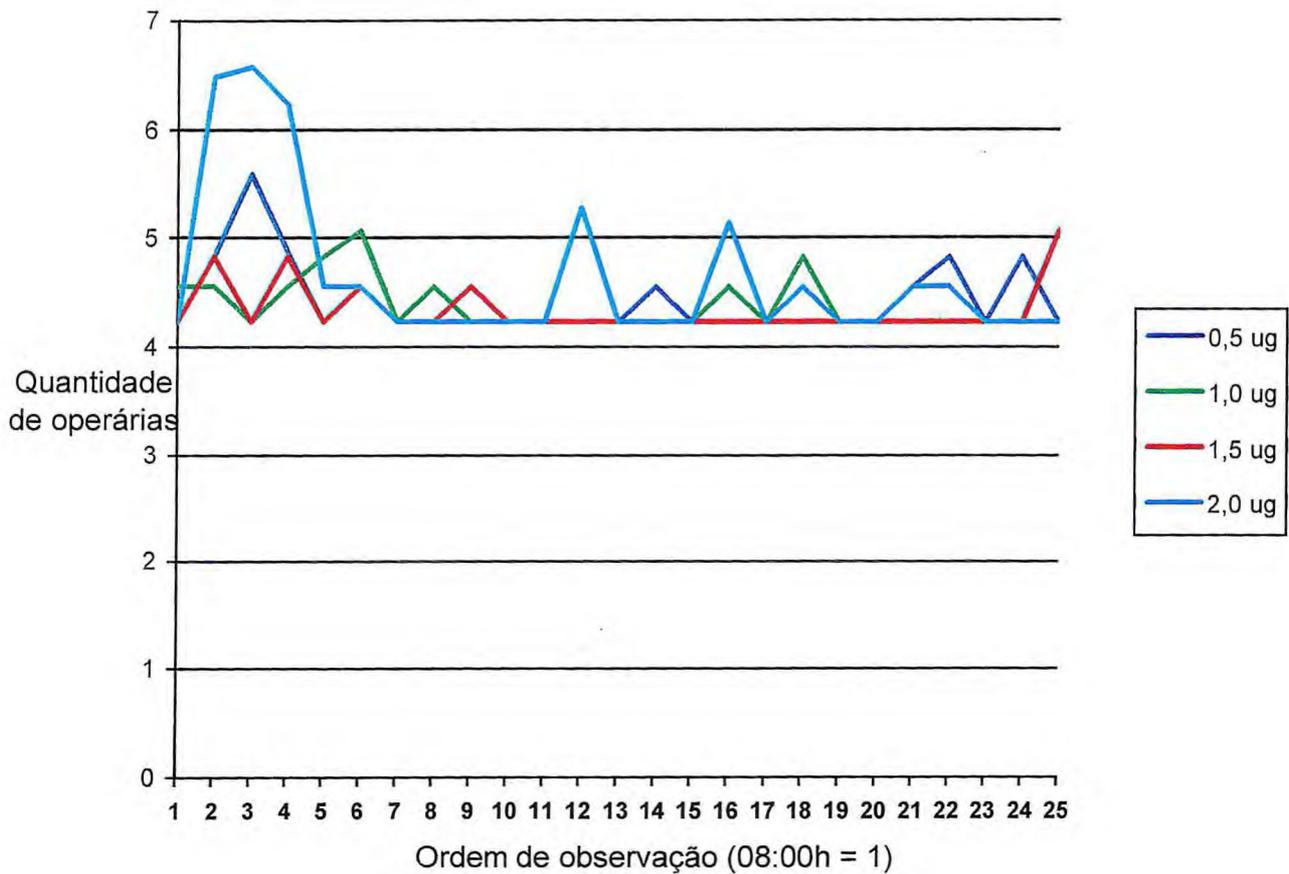


FIGURA 26 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de alecrim pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), na exploração do local de tratamento - **ELT** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

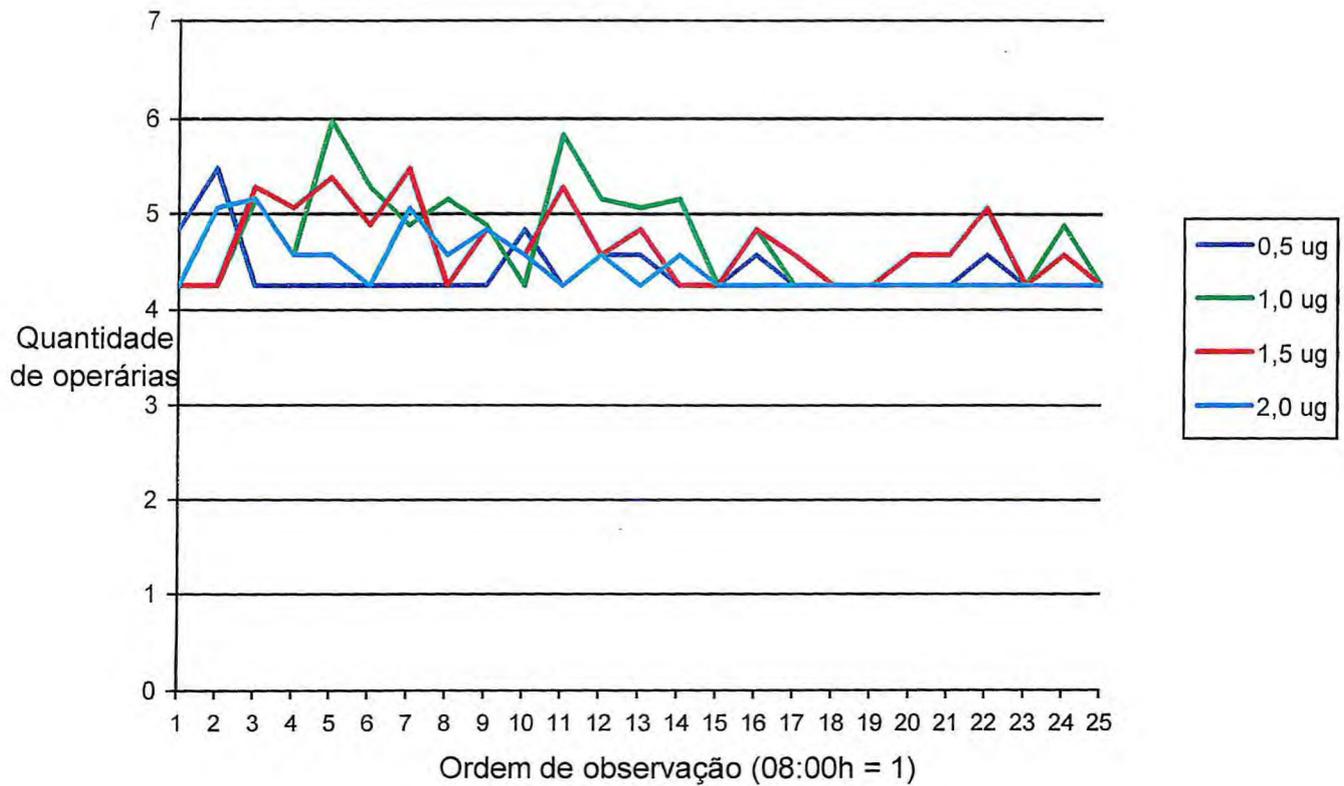


FIGURA 27 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*), na exploração do local de tratamento - ELT pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

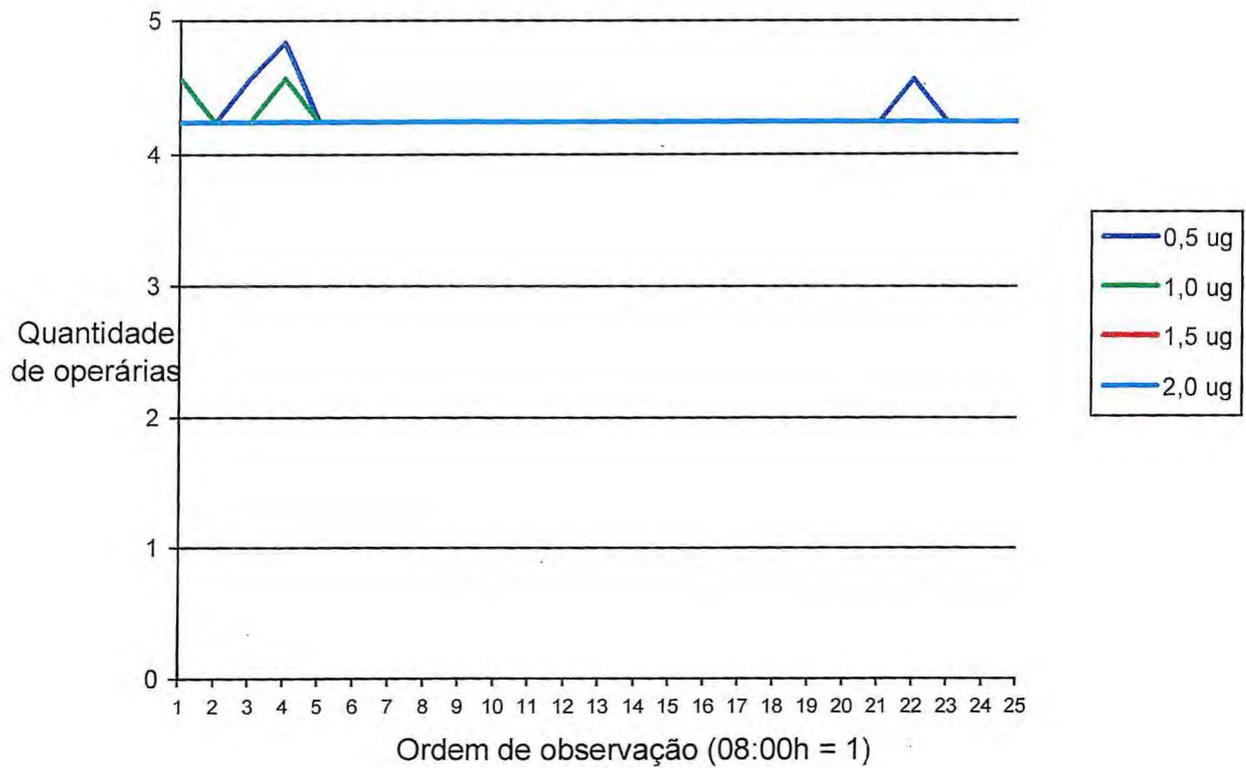


FIGURA 28 – Efeito das doses (0,5 µg, 1,0 µg, 1,5 µg, 2,0 µg) do óleo de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.), na exploração do local de tratamento - **ELT** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

As **TABELAS 6, 7, 8, 9, e 10** apresentam o teste de comparação de médias para as variáveis acesso à área de provisão - **AAP**, marcação de território na área de provisão - **MTAP**, acesso ao papel de filtro - **APF**, marcação de território no papel de filtro - **MTPF** e exploração do local de tratamento - **ELT** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae) de acordo com os procedimentos estatísticos de Tukey ao nível de probabilidade de 1%.

Para a variável acesso à área de provisão - **AAP**, todos os óleos e as dosagens mostraram comportamento estatístico semelhante não demonstrando qualquer efeito sobre os parâmetros em estudo (**TABELA 6**).

Na **TABELA 7** podemos observar que os óleos de tipi e alecrim-pimenta apresentaram efeito semelhante em relação ao comportamento de marcação de território na área de provisão - **MTAP**. Da mesma forma constatamos para os óleos de candieiro, cravo-de-urubu e cravo-de-defunto, no entanto, a dose de 1,5 µg revelou diferença estatística significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

A **TABELA 8** mostra o efeito da comparação de médias para o acesso ao papel de filtro - **APF**. Para esse comportamento os óleos de cravo-de-urubu e tipi demonstraram uma resposta idêntica e significativa ao nível de 1% de probabilidade. Com relação às doses os óleos de cravo-de-defunto e alecrim-pimenta não apresentaram diferenças estatísticas frente ao parâmetro testado. Para o óleo de candieiro, a dose de 1,5 µg foi significativa em relação às demais.

No tocante a variável marcação de território no papel de filtro - **MTPF** conforme a **TABELA 9**, o óleo de candieiro foi o único apresentar reação significativa

em relação aos demais produtos testados para o nível fiducial de 1% pelo teste de Tukey. A dose de 1,5 µg apresentou diferença significativa em relação às demais doses.

Na **TABELA 10** para a variável exploração do local de tratamento – **ELT**, nenhum dos produtos e doses experimentados surtiu efeito, pelo menos do ponto de vista estatístico, sobre a saúva do nordeste. Provavelmente as saúvas realizam a exploração do meio em busca de provisão, independente da provisão que o meio oferece, deste modo, a variável em questão não deve ser usada sozinha para estudos de identificação de substâncias aleloquímicas. Fato similar foi observado por PARENTE FILHO (2002) onde o autor ressalta a total ausência de efeito observada na variável exploração na área de provisão (**EAP**) em que nenhuma das doses e/ou produtos ensaiados apresentaram qualquer influência sobre o comportamento da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939.

TABELA 6 – Comparação de médias para o acesso à área de provisão – AAP, pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	candieiro	cravo-de-urubu	tipi	cravo-de-defunto	alecrim-pimenta
0,5 µg	78,63 A	45,11 A	51,23 A	38,37 A	52,07 A
1,0 µg	69,50 A	41,80 A	41,35 A	41,24 A	48,75 A
1,5 µg	94,91 A	36,44 A	38,25 A	35,57 A	43,28 A
2,0 µg	68,41 A	40,80 A	42,82 A	39,07 A	57,83 A

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 7 – Comparação de médias para a marcação de território na área de provisão – **MTAP**, pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	candieiro	cravo-de-urubu	tipi	cravo-de-defunto	alecrim-pimenta
0,5 µg	55,53 AB	39,02 AB	40,51 AB	35,68 AB	40,16 AB
1,0 µg	52,96 AB	37,57 AB	38,97 AB	40,06 AB	40,01 AB
1,5 µg	67,85 A	35,46 B	37,83 AB	35,25 B	38,31 AB
2,0 µg	56,09 AB	38,08 AB	41,14 AB	38,71 AB	41,20 AB

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 8 – Comparação de médias para o acesso ao papel de filtro – APF, pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	candieiro	cravo-de-urubu	tipi	cravo-de-defunto	alecrim-pimenta
0 µg	37,46 AB	35,65 B	35,47 B	35,55 B	36,24 AB
0,5 µg	41,71 AB	37,08 AB	38,60 AB	35,25 B	36,51 AB
1,0 µg	38,92 AB	35,89 AB	35,78 AB	35,46 B	36,86 AB
1,5 µg	44,20 A	35,25 B	35,53 B	35,25 B	36,51 AB
2,0 µg	37,47 AB	36,46 AB	35,94 AB	35,98 AB	38,80 AB

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 9 – Comparação de médias para a marcação de território no papel de filtro – MTPF, pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	candieiro	cravo-de-urubu	tipi	cravo-de-defunto	alecrim-pimenta
0 µg	35,87 B	35,30 B	35,35 B	35,38 B	35,48 B
0,5 µg	37,19 AB	35,36 B	35,36 B	35,25 B	35,57 B
1,0 µg	35,79 B	35,25 B	35,55 B	35,36 B	35,36 B
1,5 µg	38,74 A	35,25 B	35,53 B	35,25 B	35,25 B
2,0 µg	36,56 AB	35,87 B	35,45 B	35,78 B	35,36 B

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 10 – Comparação de médias para a exploração do local de tratamento – ELT, pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	candieiro	cravo-de-urubu	tipi	cravo-de-defunto	alecrim-pimenta
0,5 µg	36,70 A	37,49 A	39,51 A	35,66 A	37,04 A
1,0 µg	39,14 A	36,28 A	35,55 A	35,46 A	36,45 A
1,5 µg	38,74 A	35,57 A	36,36 A	35,25 A	36,13 A
2,0 µg	36,94 A	36,05 A	35,25 A	35,25 A	38,63 A

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na **TABELA 11** podemos observar a matriz de contingência para a Correlação de Pearson com relação às variáveis acesso à área de provisão - **AAP**, acesso ao papel de filtro - **APF**, marcação de território na área de provisão - **MTAP**, marcação de território no papel de filtro - **MTPF**, exploração do local de tratamento - **ELT** pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae).

Segundo NUNES (1998) quando as variáveis são simultaneamente afetadas por causas externas utilizamos uma medida para avaliar o grau de associação entre as variáveis ou da intensidade com que estas variam conjuntamente chamada de correlação. A correlação pode ser o procedimento mais adequado para a análise e compreensão dos dados.

De acordo com a **TABELA 11** a variável acesso à área de provisão - **AAP** correlacionou-se direta e positivamente ao nível de 1% de probabilidade com um valor de 95,2% com a variável marcação de território na área de provisão - **MTAP** indicando que as operárias ao acessarem o local de provisão marcavam o território de maneira intermitente.

A quantidade de feromônio na trilha determina o grau de recrutamento. À medida que a intensidade do odor aumenta, as operárias tendem a seguir a trilha até o final sem sofrerem influência de qualquer outra fonte de provisão. O recrutamento a uma fonte de provisão diminui acentuadamente após 5 ou 10 minutos, a menos que as operárias encontrem a provisão. Neste caso, a trilha é reforçada através de toques da extremidade do gáster na superfície do solo. Com relação à marcação de território, o autor revela que, os sinais químicos utilizados na marcação de trilhas podem ser

TABELA 11 – Matriz de contingência à Correlação de Pearson para o acesso à área de provisão - AAP, acesso ao papel de filtro – APF, marcação de território na área de provisão - MTAP, marcação de território no papel de filtro – MTPF, exploração do local de tratamento - ELT pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae), transformados em $(x + 2)^{1/2}$, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	AAP	APF	MTAP	MTPF	ELT
AAP	-	-	-	-	-
APF	0,878**	-	-	-	-
MTAP	0,952**	0,782**	-	-	-
MTPF	0,742**	0,592**	0,788**	-	-
ELT	0,643**	0,764**	0,473**	0,159**	-

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste T (Student)

modulados para a marcação da área em volta do sauveiro ou nos locais de corte de substrato vegetal. O território marcado altera o comportamento das formigas no mesmo. Este deve ser continuamente renovado pois as formigas parecem não detectar a secreção após uma hora aproximadamente. Em laboratório, o processo de busca e marcação de território era observado quando as operárias levantavam o flagelo antenal, avaliando o estímulo com movimentos oscilatórios da parte terminal do par de antenas e toques com a extremidade do gáster, de modo intermitente sobre a placa de vidro depositando seus feromônios. As áreas marcadas alteram o comportamento das formigas (HOWSE, 1986).

Ainda com relação a variável acesso à área de provisão - **AAP**, esta correlacionou-se com as variáveis acesso ao papel de filtro - **APF** e com a variável marcação de território no papel de filtro - **MTPF** com valores de 87,8% e 74,2%, respectivamente. Os indivíduos que acessavam a área de provisão se dirigiam ao papel de filtro tratado mas nem todos exerciam o comportamento da marcação de território no papel de filtro já denotando uma não preferência pelo substrato testado.

Estudos conclusivos comprovaram que o metil-4-metil-pirrole-2-carboxilato é o principal componente químico do feromônio de trilha para *A. texana* (TUMLINSON *et alii*, 1971) e para *A. cephalotes* (RILEY *et alii*, 1974).

Para a variável exploração do local de tratamento - **ELT** ainda em relação a variável acesso à área de provisão - **AAP** observou-se um índice de correlação moderado de 64,3% indicando que, da mesma forma, que as variáveis acesso ao papel de filtro e marcação de território no papel de filtro nem todos os indivíduos que acessavam a área de provisão efetuavam o comportamento de exploração do local de tratamento.

Nos sauveiros artificiais investigados, a variável que contempla o acesso ao papel de filtro - **APF** apresentou uma correlação direta e positiva ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis marcação de território na área de provisão - **MTAP** e exploração do local de tratamento - **ELT** com valores muito próximos de 78,2% e 76,4%, respectivamente.

No tocante à correlação entre as variáveis acesso ao papel de filtro - **APF** e marcação de território no papel de filtro - **MTPF**, essas variáveis apresentaram uma associação direta e significativa apresentando um valor de 59,2%. O valor sugere que os atíneos tinham acesso ao papel de filtro mas não necessariamente marcavam território sobre o papel com os tratamentos. Especula-se que, o provável efeito repelente dos óleos seja o fator limitante.

MOSER (1963) afirma que o comportamento de marcação de trilha é altamente desenvolvido em várias espécies de formigas, especialmente o uso de substâncias químicas utilizadas nessa marcação. Em *A. texana*, as operárias marcam a trilha com uma substância persistente, estável e perceptível às formigas mesmo em quantidades diminutas. Tal substância é produzida no abdômen destes mirmicíneos pela glândula de veneno, estocada na bolsa de veneno e depositada na trilha pelas operárias através do toque na superfície do solo com a extremidade do gáster, que não é usado para picar, mas sim, com propósito de comunicação.

Ainda conforme a **TABELA 11**, a variável marcação de território na área de provisão - **MTAP** correlacionou-se direta e significativamente com a variável marcação de território no papel de filtro - **MTPF** com um valor de 78,8%. No entanto, para a variável exploração do local de tratamento - **ELT** em relação a marcação de território na

área de provisão - **MTAP**, observamos uma associação moderada com um valor de 47,3%.

MOSER *et alii* (1968) e MOSER (1970) observaram que a presença dos componentes 4-metil-3-heptanona e 2-heptanona, nas glândulas mandibulares de operárias de *A. texana* causaram alarme entre esses indivíduos tanto em bioensaios de laboratório como em condições de campo. As glândulas mandibulares estão localizadas na cabeça do inseto, uma de cada lado, entre o olho e a base da antena sendo que o feromônio é liberado para a atmosfera através de dois orifícios situados na base de cada uma das mandíbulas. Em laboratório, as operárias detectaram e foram atraídas pelo 4-metil-3-heptanona a uma concentração de $2,7 \times 10^7$ moléculas.cm⁻³ e foram repelidas a uma concentração de $2,7 \times 10^8$ moléculas.cm⁻³. No campo, observou-se o mesmo comportamento onde baixas concentrações agregavam e causavam alarme e altas concentrações, normalmente múltiplas de 10, depositadas nas trilhas causavam alarme e repeliam as operárias.

Foi observada, ainda, uma correlação direta, positiva e significativa ao nível de 1% de probabilidade entre as variáveis marcação de território no papel de filtro - **MTPF** e a variável exploração do local de tratamento - **ELT** com um valor de 15,9%. Esta fase era realizada logo após o período de avaliação das operárias que concentravam suas atividades no local do tratamento, caracterizada em função da marcação do território e quando estas se encontravam paradas, levantando o flagelo antenal e avaliando o estímulo dos tratamentos com movimentos oscilatórios da parte terminal do par de antenas.

Cogita-se que as operárias ao levantarem o flagelo antenal para avaliar os estímulos, percebiam a fonte alomonal e somente alguns indivíduos acessavam e

procediam a marcação de território no papel impregnado com os óleos vegetais investigados.

5 - CONCLUSÕES

Para as variáveis acesso à área de provisão - **AAP** e marcação de território na área de provisão - **MTAP** a dose de 1,5 µg mostrou-se a mais efetiva durante todo o ensaio para os óleos de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale*, Cass.) e cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.). Para os óleos de tipi (*Petiveria alliacea*, L.) e e alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.) a referida dose de 1,5 µg foi mais efetiva na primeira hora do ensaio. Com relação ao óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) a dose de 2,0 µg apresentou um melhor resultado na primeira hora de avaliação. Verificou-se também que após uma hora do início do ensaio há um período de estabilidade dinâmica característico do processo de acomodação habitual da classe *Insecta* denominado de “absorção de hábito”.

Para a variável acesso ao papel de filtro - **APF** a dose de 1,5 µg apresentou efeito alomonal durante todo o ensaio para o óleo de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale*, Cass.). A dose de 0,5 µg do óleo de tipi (*Petiveria alliacea*, L.) tem efeito queromonal até a metade do ensaio. A dose de 2,0 µg do óleo de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.) apresentou efeito queromonal na primeira hora de observação. A dose de 1,5 µg do óleo de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*, L.) apresentou efeito alomonal durante todo o ensaio.

Com relação a variável marcação de território no papel de filtro - **MTPF** a dose de 1,0 µg do óleo de candieiro (*Vanillosmopsis pohlii*) apresentou efeito alomonal a partir do segundo lapso de observação.

Para a variável exploração do local de tratamento - **ELT** a dose de 1,5 µg apresentou efeito alomonal para o óleo de cravo-de-urubu (*Porophyllum ruderale*,

Cass.) durante todo o ensaio. A dose de 0,5 µg apresentou efeito queromonal para o óleo de tipi (*Petiveria alliacea*, L.) até a metade do ensaio enquanto que a dose de 2,0 µg apresentou efeito alomonal durante todo o ensaio. A dose de 2,0 µg apresentou efeito queromonal na primeira hora de observação para o óleo de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*, Cham.), sendo que após esse período a dose de 1,5 µg apresentou efeito alomonal.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R.T. Comunicação pessoal. Fortaleza: CCA/UFC/Departamento de Ciências do Solo. 1991.
- ANDRADE NETO, M. Comunicação pessoal. Fortaleza: CC/UFC/Departamento de Química Orgânica e Inorgânica. 2002.
- ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. **The ecological web**. London: University of Chicago Press, 1984. 506p.
- ARAÚJO E SILVA, A.G. d'; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M.; GONÇALVES, A.J.; GOMES, J.; NASCIMENTO SILVA, M. do & SIMONI, L. de. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. Parte 2, t.1, 622p.
- AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp. - Hymenoptera: Formicidae). IV - O saúveiro depois da primeira revoada (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908). **Arq. Inst. Biol.** v.18, p.39-70, 1947.
- BASTOS, J.A.M. **Principais pragas das culturas e seus controles**. São Paulo: Nobel, 1988. 284p.
- BEZERRA, J.N.S.; GONÇALVES, F.J.T; ANDRADE NETO, M **Substâncias de *Petiveria aliacea* com atividade nematocida contra a *Meloidogyne incognita***.In: XXI ENCONTRO UNIVERSITÁRIO DE INICIAÇÃO À PESQUISA, UFC, Resumos, 2002.
- BIRCH, M.C.; HAYNES, K.F. Insect Pheromones. The Institute of Biology's. **Studies in Biology**. n.147, 60p. 1982.

- BONDAR, G. A Formiga saúva na Bahia. **Correio Agrícola**, Bahia, v.5, n.5, p.99-104, 1927.
- BORGMEIER, T. Nova contribuição para o conhecimento das formigas neotropicais (Hym.:Formicidae). **Rev. Entom.**, v.10, p. 403-428, 1939.
- BORGMEIER, T. Estudos sobre *Atta* (Hym.:Formicidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.48, p.239-292, 1950.
- BRADSHAW, J.W.S.; HOWSE, P.E. & BAKER, R. A novel autoestimulatory pheromone regulating transport of leaves in *Atta cephalotes*. **Anim. Behav.**, v.34, p.234-240, 1986.
- BUCHER, E.M. & ZUCCARDI, R.B. Significacion de los hormigueros de *Atta wollenweideri* Forel como alternadores del suelo en la Provincia de Tucuman. **Acta Zoologica Lilloana**, v.23, p.83-95, 1967.
- BURROWS, P.R. et al. Plant-Derived Enzyme Inhibitors and Lectins for Resistance against Plant Parasitic Nematodes in Transgenic Crops. **Pesticide Science**, v. 52, p. 176-183, 1998.
- COSTA, F.H.F. Comunicação pessoal. Fortaleza: CCA/UFC/Departamento de Engenharia de Pesca. 1997.
- COSTA, J.M. da; SANTOS, Z.F.A.; CORREIA, J.S. As formigas cortadeiras e métodos de controle. EPABA, Salvador - BA. **Circular técnica**, n.3, 28p., 1983.
- COUTINHO, C.M. O cerrado e a ecologia do fogo. **Ciência Hoje**, v.12, n.68, p.20-30, 1990.

- CRAVEIRO, A.A.; ALENCAR, J.W.; MATOS, F.J.A.; ANDRADE, C.H.S. & MACHADO, M.I.L. Essential Oils from Brazilian *Verbenaceae*, Genus *Lippia* **J. Nat. Prod.**, v.44, p. 598-601, 1981.
- CRAVEIRO, A.A. & MACHADO, M.I.L. De aromas , insetos e plantas. **Ciência Hoje**, v.4, n.23, p.54-63, 1986.
- CRAVEIRO, A.A.; ALENCAR, J.W.; MATOS, F.J.A.; SOUSA, M.P. & MACHADO, M.I.L. Volatile Constituents of Leaves, Bark and Wood from *Vanillosmopsis arborea*, Baker. **J. Ess. Oil Res.**, v.1, p. 293-294, 1989.
- CUNHA, O.R. A saúva - O fungo. **O Campo**, v.7, n.83, p.40-43, 1936.
- DELLA LUCIA, T.M.; VILELLA, E. & MOREIRA, D.D.O. Criando saúvas em laboratório. **Ciência hoje**, v.6, n.35, p.28-29, 1987.
- EDWARDS, L.; VRAIN, T. & UTKHEDE, R.S. Effect of antagonist plants on apple replant disease. **Acta Horticulture**. v. 363, p. 135-140. 1994.
- ENAN, E. Inseticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. **Comparative Biochemistry and Physiology, Toxicology & Pharmacology: CBP**, Tennessee, v.120, n.3, p.325-337, nov. 2001.
- FEBVAY, G. & KERMARREC, A. Digestive physiology of leaf-cutting ants. In: LOFGREN, C.S. & VANDER MEER, R.K. **Fire ants and leaf-cutting ants biology and management**. Boulder: Westview Press, 1986. 435p.
- FERREIRA, C.R.R.P.T; NOGUEIRA JÚNIOR, S; BARBOSA, M.Z. Análise da Utilização de Produtos Fitossanitários na Cultura da Soja, Brasil, 1991-2000. **Biológico**, v.63, n.1/2, p.1-6, jan/dez, 2001.

- FREIRE, E.L.P. **Série temporal discreta do comportamento outonal da saúva do nordeste**. Fortaleza, UFC/CCA/Departamento de Fitotecnia, 1994. 43p. (Dissertação de mestrado).
- GAJARDONI, A. Formigas: As surpreendentes virtudes de uma praga. **Super Interessante**, Abril, 1993.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.de; BERTI, F.E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. **Manual de Entomologia Agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649p.
- GASPERI, A.J. de. Formigas cortadeiras - espécies, medidas, controle. **A Granja**, Porto Alegre, p.10-20, outubro, 1969.
- GBOLADE, A.A.; ONAYADE, O.A.; AYINDE, B.A. Insecticidal activity of *Ageratum conyzoides* L. volatile oil against *Callosobruchus maculatus* F. in seed treatment and fumigation laboratory tests. **Insect Science and its Application**, v.19, p.2-3, p.237-240, 1999.
- GOMMERS, F.J. Biochemical interactions between nematodes and plants and their relevance to control. **Helminthological Abstracts**. Series B, v.50, n.1, p.9-24. 1981.
- GONÇALVES, C.R. As saúvas do Nordeste do Brasil (*Atta* spp., Formicidae). **Boletim Fitossanitário**, Rio de Janeiro, v.5, n.1/2, p.1-34, 1951.
- GONÇALVES, N.G.G. **Manipulação cultural da saúva do nordeste em agroecossistemas de feijão-de-corda**. Fortaleza, UFC/CCA/Departamento de Fitotecnia, 1984. 94p. (Dissertação de mestrado).

- GONSALVES, A.D. A formiga saúva como fator geológico. **O Campo**, v.6, n.3, p.12-19, 1935.
- GUENTHER, E. (Ed.) **The essential oils**. Nw York, R. Krieger, 1972. V.2
- GUILLET, G.; BÉLANGER, A.; ARNASON, J. T. Volatile monoterpenes in *Porophyllum gracile* and *Porophyllum ruderale* (Asteraceae): Identification, localization and inseticidal synergism with α -terthienyl. **Phytochemistry**, v.49, n.2, p.423-429, 1998.
- HERMANN, M.R.; MOSER, J.C.; HUNT, A.N. The Hymenopterous Poison Apparatus X Morfological and Behavioral Changes in *Atta texana* (Hymenoptera:Formicidae). **Annals of Entomological Society of America**, v.63, n.6, p.1552-1558, 1970.
- HINKLE, G.; WETTERER, J.K.; SCHULTZ, T.R. & SOGIN, M.L. Phylogeny of the attine ant fungi bases on analysis of small subunit ribosomal RNA gene sequences. **Science**, v.266, p.1695-1697, 1994.
- HOLLOBLER, B. Recruitment behavior, home range orientation and territoriality in harvest ants, *Pogonomyrmex*. **Behavior Ecology Sociobiology**, New York, v.1, n.1, p.33-44, 1976.
- HORI, M. Antifeedling, settling, inhibitory and toxic activities of labiate essential oils against the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera:Aphididae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v.34, n.1, p.113-118, 1999.
- HOWARD, J.J. & WIEMER, D.F. Chemical ecology of host plant selection by the leaf cutting ant, *Atta cephalotes*. In: LOFGREN, C.S. & VANDER MEER, R.K. **Fire ants and leaf-cutting ants biology and management**. Boulder: Westview Press, 1986. 435p. p.260-273.

- HOWARD, J.J. ; CAZIN, J. JR.; WIEMER, D.F. Toxicity of terpenoid deterrents to the leafcutting ant, *Atta cephalotes* and its mutualistic fungus. **Journal of Chemical Ecology**. v. 14, n. 1, 59-69, 1988.
- HOWSE, P.E. Chemical communication in leaf-cutting ants. In: LOFGREN, C.S. & VANDER MEER, R.K. **Fire ants and leaf-cutting ants biology and management**. Boulder: Westview Press, 1986. 435p.
- HUANG, Y.; HO, S.H.; KINI, R.M. Bioactivities of safrole and isosafrole on *Sitophilus zeamais* (Coleoptera:Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coeloptera:Tenebrionidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.92, n.3, p. 676-683, 1999.
- HUBBELL, S.P.; WIEMER, D.F.; ADEJARE, A. An antifungal terpenoid defends a neotropical tree (*Hymenaea*) against attack by fungus-growing ants (*Atta*). **Oecologia**, Berlin, v. 60, p. 321-327, 1983.
- HUBBELL, S.P.; WIEMER, D.F. Host plant selection by an attine ant. In: P. Jaisson (ed.). **Social Insects in the Tropics**, University of Paris Press, p. 133-154, 1983.
- IBRAHIM, J. et al. **Essential oils of selected Malaysian plants and their potential uses**. Forestry and forest products research: proceedings of the third conference, October 3-4, 1995, FRIM, Kepong. v.1: papers from the FRIM-ODA collaboration projects under programs "Foudation for Sustainable Management of Rain Forest in Southeast Asia". P.97-103. 1996.
- ISMAN, M.B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, Vancouver, v.19, n.8-10, p.603-608, set.2000.
- JOHNSON, L.; WILLIAMS, L. A D.; ROBERTS, E. V. an insecticidal and acaricidal polysulfide metabolite from the roots of *Petiveria alliacea*. **Pesticide Science**, v.50, n.3, p. 228-232, 1997.

- JORGE, A.S.; SILVEIRA, T.G.V.; ARRAES, S.M.A.A.; ZANZARINI, P.D.; MELLO, J.C.P.; BERTOLINI, D.A. Evaluation of “cravinho” *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. crude extracts on *Leishmania (Viannia) braziliensis* and *Leishmania (Leishmania) amazonensis* promastigotes forms. **XIII Annual Meeting of the Brazilian Society of Protozoology**. Hotel Glória, Caxambú, MG. 11-14 November, 1997a <http://memorias.ioc.fiocruz.br/97caxambu/re527-537.html#533>
- JORGE, A.S.; SILVEIRA, T.G.V.; ARRAES, S.M.A.A.; ZANZARINI, P.D.; MELLO, J.C.P.; BERTOLINI, D.A. Crude extract of “cravinho” *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. show activity against *Leishmania (Viannia) braziliensis* and *Leishmania (Leishmania) amazonensis*. **XIII Annual Meeting of the Brazilian Society of Protozoology**. Hotel Glória, Caxambú, MG. 11-14 November, 1997b <http://memorias.ioc.fiocruz.br/97caxambu/re527-537.html#533>
- KÉITA, M. S.; VINCENT, C.; SCHMIT, J. P.; RAMASWAMY, S; BÉLANGER, A. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera:Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**. v.36, n.4, p. 355-364. 2000.
- LABUCKAS, D. O.; ZYGADLO, J. A.; FAILLACI, S. M.; ARIZA ESPINAR, L. Constituents of the volatile oil of *Porophyllum obscurum* (Spreng.) D.C. **Flavor and Fragrance Journal**. v.14, n.2, p. 107-108. 1999.
- LAWRENCE, B.M. A review of the world production of essential oils. **Perfum and Flavorist**. v.10, n.5, p. 1-16. 1984.
- LIMA, A.C.S. **Série temporal discreta do comportamento veranil da saúva do nordeste**. Fortaleza, UFC/CCA/Departamento de Fitotecnia, 1992. 101p. (Dissertação de mestrado).

- LITTLEDYKE, M; CHERRET, J.M. Direct ingestion of plant sap from cut leaves by leaf-cutting ants *Ata cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (Formicidae:Attini). **Bull. Entomol. Res.**, Wallingford, v.66, n.2, p.205-217, 1976.
- LOAYZA, I.; DE GROOT, W.; LORENZO, D.; DELLACASSA, E.; MONDELLO, L.; DUGO, G. Composition of the essential oil of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass from Bolivia. **Flavour and Fragrance Journal**. v.14, n.6, p. 393-398. 1999.
- LOFGREN, C.S. & VANDER MEER, R.K. **Fire ants and leaf-cutting ants biology and management**. Boulder: Westview Press, 1986. 435p.
- MACEDO, M.E.; CONSOLI, R.; GRANDI, S.M.; ANJOS, A.M.G. dos; Screening of *Asteraceae* (*Compositae*) plant extracts for larvicidal activity against *Aedes fluviatilis* (Diptera: Culicidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. v. 92, n. 4, p. 565-570. 1997
- MARIANO FILHO, J. Contribuição ao conhecimento da biologia de algumas espécies do gênero *Atta*. **Bol. Min. Agric.**, Rio de Janeiro, v.3, n.6, p.19-29, (s.d.).
- MARICONI, F.A.M.; PAIVA CASTRO, U. Notas sobre a saúva e o sauveiro. **O Biológico**, v.26, n.6, p.97-108, 1960.
- MARICONI, F.A.M. **As saúvas**. São Paulo: Ceres, 1970. 167p.
- MARTIN, M.M. & MARTIN, J.S. The biochemical basis for the symbiosis between the ant, *Atta colombica* tonsipes, and its food fungus. **J. Insect Physiol.**, v.16, n.1, p.109-119, 1970.
- MATOS, F.J.A de. Plantas Medicinais do Ceará. 2002
<http://umbuzeiro.cnip.org.br/db/medic/taxa211.shtml>

- MEDINA, A.L.; BeMILLER, J.N.; JANICK, J. & SIMON, J.E. Marigold flower meal as a source of na emulsifying gum. **New crops exploration: research and commercialization**. Indianapolis, Indiana, October 6-9, p. 389-393. 1993.
- MEJIA, E.G. de,; PINA, G.L. & GOMEZ, M.R. Antimutagenicity of xanthophylls present in Aztee Marigold (*Tagetes erecta*) against 1-nitropyrene. **Mutation research, genetic, toxicology and environmental mutagenesis**. v.389, n.2-3, p. 219-226. 1997.
- MENDES, N.M; QUEIROZ, R.O.; GRANDI, T.S.M; ANJOS, A.M.G dos; OLIVEIRA, A.B. de; ZANI, C.I Screening of *Asteraceae* (*Compositae*) plant extracts for molluscicidal activity. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 94, n. 3, p. 411-412. 1999.
- MOREIRA, R.A. **Domesticação da saúva: Influência do ciclo lunar na busca de provisão de operárias de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939**. 1997. 111p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1997
- MORETTI, M.D.L.et al. Antifeedant effects of some essential oils *Ceratitis capitata* Wied. (*Diptera:Tephritidae*). **The Journal of Essential Oil Research.**, v.10, n.4, p.405-412, 1998.
- MOSER, J.C. Contents and structure of *Atta texana* nest in summer. **Annals of the Entomological Society**, v.56, p.286-291, 1963.
- MOSER, J.C.; BROWNLER, R.G. & SILVERSTEIN R.M. Alarm pheromones of the ant, *Atta texana*. **J. Insect Physiol.**, v.14, p.529-535, 1968.
- MOSER, J.C. Pheromones of Social Insects. In: **Control of Insect Behavior by Natural Products**. (Ed. by WOOD, D.L.; SILVERSTEIN, R.M. and NAKAJIMA, M.). New York: Academic Press, 1970, p.162-172.

- MUCHOVEJ, J.J.; DELLA LUCIA, T.M.; MUCHOVEJ, R.M.C. *Leucoagaricus weberi* sp. nov. from a live nest of leaf-cutting ants. **Mycol. Res.**, v.95, n.11, p.1308-1311, 1991.
- MYERS, N. Homo Insectivorus. **Ciência Ilustrada**, Ed. Abril, v.2, n.7, p.86-89, 1983.
- NAMRATA, P. et al. Larvicidal action of essential oils from plants against the vector mosquitoes *Anopheles stephensi* (Liston), *Culex quinquefasciatus* (Say) and *Aedes aegypti* (L.). **International Pest Control.**, v.42, n.2, p.53-55, 2000.
- NUNES, R.de P. **Métodos para a pesquisa agrônômica**. Fortaleza: UFC/Centro de Ciências Agrárias, 1998. 564p
- OBENG, O.D. et al. Toxicity and protectant potential of camphor, a major component of essential oil of *Ocimum kilimandscharicum*, against four stored beetles. **International Journal of Pest Management.**, v.44, p.4, p.203-209, 1998.
- ORIAN, C.N. & SCHULTZ, J.C. Interactions among leaf toughness, chemistry, and harvesting by attine ants. **Ecological Entomology**, v.15, p.311-320, 1990.
- ORIAN, C.N. Condensed tannins, attine ants and the performance of a symbiotic fungus. **Journal of Chemical Ecology**, v.17, n.6, p.1177-1195, 1991.
- PADJAMA, P.G.; RAO, P.J. Efficacy of certain plant oils on the American bollworm *Helicoverpa armigera* Hubner. **Pesticide Research Journal**. v.2, n.1, p.107-111, 2000.
- PADMA, V.; SUMAN, K.; SATYAWATI, S.; VASUDEVAN, P.; KASHYAP, S. & SHARMA, S. *Tagetes*: a multipurpose plant. **Bioresource technology**. v.62, n. 1-2, p. 29-35. 1997.

- PANIZZI, A.R.; PARRA, J.P.R. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. 359p.
- PARENTE, K.M.S. **Bioatividade de óleos vegetais sobre o comportamento da saúva do nordeste (*Atta opaciceps* Borgmeier, 1939)**. 2002. 118p. Tese (Doutorado em Bioquímica Vegetal) – Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.
- PARENTE FILHO, E.G. **Proteção aleloquímica em leguminosas vulneráveis à saúva do nordeste (*Atta opaciceps* Borgmeier, 1939)**. 2002. 121p. Tese (Doutorado em Bioquímica Vegetal) – Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.
- PERICH, M.J.; WELLS, C.; BERSTCH, W. & TREDWAY, K.E. Toxicity of extracts from three *Tagetes* against adults of larvae of yellowfever mosquito and *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**. v.31, n.6, p. 833-837. 1994.
- PESSOA, M.N.G; OLIVEIRA, J.C.M.; INNECCO, R. Efeito da tintura de alecrim-pimenta contra fungos fitopatogênicos *in vitro*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 29, Campo Grande, 1996, v.21 (Suplemento), 1996.
- PRATES, H.T. Defesa natural. **Rev. Cultivar**. Ano v, n. 46. p. 6-8. Dez 2002/Jan 2003.
- PRITTS, M. P. Weed control in strawberries: some new approaches. **Pennsylvania fruit news**. v. 72, n. 4, p. 97-102. 1992.
- RAYNER, A.A. **A first course in biometry for agriculture students**. Cape Town: Gothic Printing Co., 1969. 626p.
- RAHMAN, N.M.; SCHMIDT, G.H. Effect of *Acorus calamus* (L.) (*Araceae*) essential oil vapours from various origins on *Callosobruchus phaseoli* (Gyllenthal)

- (*Coleoptera:Bruchidae*). **Journal of Stored Products Research**, v.35, n.3, p.285-295, 1999.
- RILEY, R.G.; SILVERSTEIN, R.H.; CARROLL, B. & CARROLL, R. Methyl 4-Methylpyrrole-2-Carboxylate: a volatile trail pheromone from the leaf-cutting ant, *Atta cephalotes*. **J. Insect Physiol.**, v.20, p.651-654, 1974.
- ROCES, F. Both evaluation of resource quality and speed of recruited leaf-cutting ants (*Acromyrmex lundii*) depend on their motivational state. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v.33, p.183-189, 1993.
- ROCES, F. & NUÑEZ, J. A. Information about food quality influences load-size selection in recruited leaf-cutting ants. **Animal Behavior**, v.45, p.135-143, 1993.
- ROCKWOOD, L. L & HUBBELL, S. P. Host-plant selection, diet diversity, and optimal foraging in a tropical leafcutting ant **Oecologia**. v.74, p.55-61, 1987.
- RUDOLPH, S. G. & LOUDON, C. Load size selection by foraging leaf-cutter ants (*Atta cephalotes*). **Ecological Entomology**. v.11, p.401-410, 1986.
- SADHANA, S & WALIA, D.S. Fungitoxicity test of certain essential oils against storage fungi. **International Journal of Tropical Plant Diseases**, v.14, n.2, p.227-228. 1996.
- SALES, F.J.M. de. Insetos e formas afins em agroecossistemas de soja no estado do Ceará. **Fitossanidade**, v.3, n.1/2, p.57-58, 1979.
- SALES, F.J.M. de.; GOMES, N.G.; ALVES, V.P.O.; BARROS, R. A saúva do nordeste como agente de intemperismo propulsor da fertilidade do solo. **Fitossanidade**, v.6/9, n. único, p.42-56, 1982/85.

- SALES, F.J.M. de. Adubação do milho com terra solta de saueiros. **Fitossanidade**, v.6/9, n. único, p.81-86, 1982/85.
- SALES, F.J.M. de. **Relatório do programa de pós-doutorado do bolsista Fernando João Montenegro de Sales, processo n. 6804/84-2. Período mar.,1986 a jun.,1986.** Southampton: Universidade de Southampton/Departamento de Biologia, 1986. 57p. (Relatório Técnico-Científico).
- SALES, F.J.M. de. **Saúvas: comportamento, domesticação e aleloquímicos.** Fortaleza: CCA/UFC/Departamento de Fitotecnia, 1990, 183p. (Relatório Técnico-Científico).
- SALES, F.J.M. de. **Domesticação da saúva.** Fortaleza: CCA/UFC/Departamento de Fitotecnia, 1991a. (Resultados de experimentação não publicada).
- SALES, F.J.M. de. **Saúvas: bioecologia, comportamento e fontes queromonais.** Fortaleza, CCA/UFC/Departamento de Fitotecnia, 1991b. 277p. (Tese para Concurso de Professor Titular).
- SALES, F.J.M. de.; HOWSE, P.E. Manipulation of the leaf-cutting ants through the use of allelochemicals. II. Stimulus and behavior patterns. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 19., 1992, Beijing, **Proceedings...** Beijing: 1992, p.222.
- SALES, F.J.M. de. Assessment of the behavior patterns of the lemon leaf-cutting ant, *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera:Formicidae), to natural sources of allelochemicals. **Bulletin of Entomological Research**, v.84, p.91-96, 1994.
- SALES, F.J.M. de. **Receitas: Preparação de pratos à base de gásteres de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939.** Fortaleza: CCA/UFC/Departamento de Fitotecnia, 1996. 3p.

- SALES, F.J.M. de. **Gênese de cavidades nos solos naturais nas seções mistas dos canais de irrigação do projeto baixo acaraú (relatório técnico)**. Fortaleza: CCA/UFC/Departamento de Fitotecnia, 1997a. 8p.
- SALES, F.J.M. de. **Saúvas: comportamento, domesticação e aleloquímicos**. Fortaleza: EdiAtta, 1998. 326p.
- SARDELLA, A.; MATEUS, E. **Curso de Química: Química Orgânica**. São Paulo: Ática, 1991. 456p.
- SAUER, H. No meio das saúvas. **Chácaras e Quintais**, v.63, n.5, p.603-604, 1941.
- SCHNEPFLEITNER, C.; MAFFIA, L.A.; BARBOSA, L.C.A.; SANTOS, R.H.S. Germinação de urediniósporos de *Hemileia vastatrix* e de *Uromyces appendiculatus* em presença de extratos de plantas medicinais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 29, Campo Grande, 1996, v.21 (Suplemento), 1996.
- SIDDIQUI, M.A. & ALAM, M.M. Control of plant parasitic nematodes by intercropping with *Tagetes minuta*. **Nematologia Mediterranea**, v.15, n.2, p. 205-211. 1987.
- SILVA, L.M.S.R. da. **Análise da arquitetura externa do sauveiro de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:Formicidae)**. Fortaleza, UFC/CCA/Departamento de Fitotecnia, 1981. 94p. (Dissertação de mestrado).
- SILVA, A.G. Índice bio-cronológico da ocorrência de pragas agrícolas no Ceará. **Bol. Soc. Cear. Agron.**, v.7, p.43-48, 1966.
- SINGH, S.; UPADHYAY, R. K. Essential oils: A potent source of natural pesticides **Journal of Scientific & Industrial Research.**, v.25, p. 676-683, 1993.

- SINGH, G.; SINGH, O. P.; DE LAMPASONA, M. P. Studies on essential oils. Part 35: chemical and biocidal investigations on *Tagetes erecta* leaf volatile oil. **Flavor and Fragrance Journal.**, v.18, n. 1 p. 62-65, 2002.
- SOUZA, L.F. de. Plantas preferidas pelas saúvas. **Divulgação Agronômica**, v.14, p.23-29, 1965.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: Mcgraw-Hill, 1960. 481p.
- STRADLING, D.J. & POWELL, R.J. The cloning of more highly productive fungal strains: a factor in the speciation of fungus-growing ants. **Experientia**, v.42, n.1986, p.962-964, 1986.
- SWEET, R. *Tagetes florida*. **Brit. Fl. Gard.**, Ser. I, T.35, 1817.
- TOEPFER, K. Programa ads Nações Unidas sobre Meio Ambiente – PNUMA [on line]. Sociedade Brasileira de Silvicultura. Disponível na internet via <http://www.sbs.org.br>.
- TOWNSEND, C.H.T. A formiga saúva, hábitos, ninhos, inimigos e meios de combate. **Boletim Agricultura**, v.22, n.3/4, p.58-73, 1921.
- TSOUKATOU, M. et al. Chemical intra-mediterranean variation and insecticidal activity of *Crithmun maritimum* **Zeitschrift Far Naturforschung C – A Journal of Biosciences**, Athens, v.56, n.3-4, p. 211-215, mar/apr, 2001.
- TUMLINSON, J.H.; SILVERSTEIN, R.M.; MOSER, J.C.; BROWNLEE, R.G.; RUTH, J.M. Identification of the trail pheromone of a leaf-cutting ant, *Atta texana*. **Nature**, v.234, p.348-349, 1971.

- TUNC I.; SAHINKAYA, S. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.86, n.2, p.183-187, 1998.
- CRAVEIRO, A. A.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; MACHADO, M. I. L.; **Óleos essenciais de plantas do Nordeste**, Centro de Ciências. Departamento de Química Orgânica e Inorgânica. Fortaleza: Edições UFC, 210p.1981.
- VELHO, R. A saúva. **Boletim da S. A. I. C.**, v.15, n.2, p.156-160, 1948.
- VERNALHA, M.M. & CARNEIRO, E.J. Contribuição ao conhecimento da composição química dos resíduos de "panelas de lixo" das formigas cortadeiras. **Arq. Biol. Tecn.**, v.9, p.75-81, 1954.
- VILELA, E.F; DELLA-LÚCIA, T.; JAFFÉ, K.A. Formigas cortadeiras: a linguagem dos odores. **Ciência Hoje**, v.6, n.35, p.26-31, 1987.
- WALLER, D.A. Leaf-cutting ants and avoided plants: defences against *Atta texana* attack. **Oecologia**, Berlin, v.52, p.400-403, 1982.
- WEBER, N.A. Pure cultures of fungi produced by ants. **Science**, v.121, p.109, 1955.
- WEBER, N.A. Fungus-growing ants. **Science**, v.153, n.3734, p.587-604, 1966.
- WEBER, N.A. A ten-year laboratory colony of *Atta cephalotes*. **Annals of Entomological Society of America**. v.69, n.5, p.825-829, 1976.
- WEBER, N.A. The fungus-culturing behavior of ants. In: INTERNATIONAL MYCOLOGICAL CONGRESS, 2, 1977, Tampa. **Abstract...** Tampa, 1977. p.722.

- WETTERER, J. K. Diel changes in forager size, activity and load selectivity in a tropical leaf-cutting ant, *Atta cephalotes*. **Ecological Entomology**. v. 15, p. 97-104, 1990.
- WETTERER, J. K. Forager polymorphism, size-matching, and load delivery in the leaf-cutting ant, *Atta cephalotes*. **Ecological Entomology**. v. 19, p. 57-64, 1994.
- WILSON, E.O. **The Insects Societies**. Cambridge: The Belknap, 1974. 548p.
- ZYGADLO, J.A.; GUZMAN, C.A. & GROSSO, N.R. Antifungal properties of the leaf oils of *tagetes minuta* L. and *T. filifolia* Lag. **Journal of Essential Oil Research**. v. 6, n. 6, p. 617-621. 1994.