

Volume 8 Número 1 Junho de 2008

ISSN 1519-8022

REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA

A revista tecnológica da UNIG



FACULDADE DE
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA

A revista tecnológica da UNIG

Direitos exclusivos para esta edição:

Universidade Iguazu – UNIG

Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas

Nova Iguaçu, RJ

Os artigos desta revista são de responsabilidade exclusiva dos autores. É permitida a reprodução total ou parcial dos artigos nela publicados, desde que seja citada a fonte.

Impresso no Brasil

Supervisor Editorial

Antônio Filipe Falcão de Montalvão (UNIG)

Corpo Editorial

Antônio Carlos de Abreu Mol (CNEN)

Antônio Carlos Freire Sampaio (UNIG)

Antônio Filipe Falcão de Montalvão (UNIG)

Cláudio Henrique dos Santos Grecco (CNEN)

Cláudio Márcio Nascimento Abreu Pereira (CNEN)

Denise Salim Santos (FACHA, UNIG)

Fernando Medina (UNIG)

Francisco Antônio Caldas Andrade Pinto (UNIG)

Isaias Gonzaga de Oliveira (UNIG)

Paulo Fernando Neves Rodrigues (FAU/UFRJ)

Paulo Victor Rodrigues de Carvalho (CNEN)

**REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA / Universidade Iguazu, v8 n°1 (Jun-2008)
Nova Iguaçu - Rio de Janeiro: Gráfica Universitária, 2008.**

Semestral

ISSN 1519-8022

1. Ciências Exatas e Tecnológicas – Periódicos. I. Universidade Iguazu

REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA

A revista tecnológica da UNIG

Objetivo e Escopo

REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA é uma publicação de distribuição gratuita, editada semestralmente pela Universidade Iguazu, com o objetivo de divulgar *trabalhos científicos inéditos e artigos de revisão*, cobrindo os diversos temas na área de Ciências Exatas e Tecnológicas.

Informações para submissão de artigos

Os interessados em submeter artigos para publicação deverão enviá-los ao endereço abaixo, em duas cópias, impressas em papel formato A4 (impresso somente de um lado da folha), coluna única, com espaçamento simples e letra Times New Roman tamanho 12, acompanhadas dos respectivos arquivos eletrônicos (e-mail ou em disquete de 3^{1/4}), PC/Compatível, contendo o texto editado em Microsoft Word, as figuras e tabelas necessárias. Com o intuito de agilizar a edição, recomenda-se que as figuras e tabelas sejam embutidas no texto já em suas respectivas posições. A primeira folha deve conter o *título do trabalho*, *nomes* e *endereços* completos dos autores e um *resumo* de, no máximo, 250 palavras. O corpo do trabalho deve ser subdividido em seções numeradas com algarismos arábicos. As referências devem ser numeradas em ordem de citação no corpo do texto. O artigo completo não deve exceder 15 páginas, incluindo figuras e tabelas.

Revisão dos artigos

Todos os artigos serão revisados por especialistas, membros do corpo editorial, ou, caso haja necessidade, revisores externos serão convidados. Neste caso, os nomes de tais revisores serão informados nos respectivos exemplares. No caso da aceitação do artigo estar condicionada às considerações feitas pelos revisores, estas serão repassadas ao autor para que o próprio faça as devidas modificações no artigo, reenviando-o para o corpo editorial. Após aceitação ou não do trabalho, os autores serão notificados. O material enviado para revisão não será, em hipótese alguma, retornado ao autor.

Endereço para submissão de artigos

Os artigos devem ser submetidos para:

Antônio Filipe Falcão de Montalvão

UNIVERSIDADE IGUAÇU
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas - FaCET,
Assessoria de Pesquisa
Av. Abílio Augusto Távora 2134, Nova Iguaçu, RJ
E-mail: facet@unig.br

Chanceler

Dr. Fábio Raunheitti – in memorian

Presidente da Mantenedora

Prof.º Sylvio Jorge de Oliveira Shad

Reitor

Dr. Júlio César da Silva

Pró-Reitor Administrativo

Dr. João Batista Barreto Lubanco

Pró-Reitor de Ensino e Graduação

Dr. Carlos Henrique de Melo Reis

Pró-Reitor de Pesquisa e Extensão

Prof. Dr. Antônio Carlos Carreira Freitas

Secretário Geral

Maria de Fátima Maunhé Raunheitti Ramos

Diretor da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas

Oswaldo Parente Gomez

Coordenador do Curso de Sistemas de Informação

Prof.ª Débora José de Souza Constantino

Coordenador do Curso de Engenharia da Computação

Prof. Jorge Luiz Pestana Ferreira

Coordenador do Curso de Engenharia de Petróleo

Prof. Marcio Vicente da Costa Ramos

Coordenador do Curso de Engenharia de Produção

Prof. Marcio Vicente da Costa Ramos

Coordenador do Curso de Licenciatura em Computação

Prof. Jorge Luiz Pestana Ferreira

Coordenador do Curso de Matemática

Prof.º Victor Emanuel Correia Lima

Assessor de Extensão da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas

Prof.º Luis Carlos da Silva



Universidade Iguazu

Av. Abílio Augusto Távora, 2134 – CEP 26.260-000

Nova Iguazu – RJ – Brasil – Tel.: 2666-2001

www.unig.br

Editorial.....	6
Antônio Filipe Falcão de Montalvão	
Comparação entre três técnicas coproparasitológicas para a contagem de ovos de nematóides gastrintestinais de suínos	7
Marcelo Abidu Figueiredo, Richard Karl Reinecke e Nicolau Maués Serra Freire.	
Prevalência de ovos, larvas, cistos e oocistos de elementos parasitários em hortaliças comercializadas no município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil..	12
Antonio Neres Norberg, Paulo César Ribeiro, João dos Santos Gonçalves, Fabiano Guerra Sanches, Vinícius Flávio Correia da Silveira, Marcelo Firmino de Oliveira e Giselle Guerra Ferreira.	
Sinantropia da fauna de califorídeos (Diptera, Calliphoridae) na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil.	22
Roney Rodrigues Guimarães, Ronald Rodrigues Guimarães, Hélcio Magalhães Barros, Raimundo Wilson de Carvalho e Gonzalo Efrain Moya Borja.	
Minimização do consumo de água: o caso de uma refinaria de petróleo	34
Camila Mendonça Higa, Bernadete Elizardo Pereira da Costa Delgado , Eduardo Mach Queiroz e Fernando Luiz Pellegrini Pessoa.	
Aplicação de ozônio na desinfecção do efluente de uma indústria automobilística	48
Antônio Filipe Falcão de Montalvão e Nathália Nely Figorelli Junqueira.	
Aspectos ergonômicos considerados no projeto de interfaces tangíveis.....	54
Altamar Sales de Oliveira, Rosa Amelita Sá Menezes da Motta e Gerson Gomes Cunha.	

Editorial

A REVISTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA tem se preocupando em publicar resultados de pesquisas voltadas para a melhoria do ensino, qualidade de vida do ser humano e do meio ambiente. Este número do volume 8 apresenta inicialmente resultados de pesquisas voltadas para a saúde pública com ênfase na contaminação de alimentos por ovos, larvas e cistos e também os resultados da importância de insetos como vetores patogênicos na contaminação do ser humano e animais da baixada fluminense.

Como contribuição científica para o meio ambiente, a Revista apresenta os resultados da aplicação de uma tecnologia alternativa na desinfecção de águas residuais e resultados da regeneração de águas residuais para reúso ou reciclo dentro de uma planta de refino de petróleo brasileiro. Apresenta na área de informática uma proposta para ajudar os projetistas a encontrarem o melhor ajuste entre os componentes eletromecânicos e físico-ergonômicos do artefato utilizados nas interações que permitem controle e representação de informação digital

A REVISTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA agradece aos autores dos artigos publicados neste número e convida a comunidade científica interna e externa a divulgar sua produção científica neste veículo.

Antônio Filipe Falcão de Montalvão

Comparação entre três técnicas coproparasitológicas para a contagem de ovos de nematóides gastrintestinais de suínos

Marcelo ABIDU-FIGUEIREDO¹, Richard Karl REINECKE²
e Nicolau Maués SERRA-FREIRE³

1 Docente do Departamento de Biologia Animal-Instituto de Biologia - UFRRJ

2[†] Docente Emérito da Universidade de Pretoria - África do Sul

3-Docente na Universidade Iguazu – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Av. Abílio Augusto Távora, 2134 – Nova Iguazu, Rio de Janeiro

Universidade Iguazu – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

E-mail: nmsf@ioc.fiocruz.br ou <nmserrafreire@gmail.com>

Resumo

Foi realizado um estudo comparativo entre três técnicas coproparasitológicas para a contagem de ovos dos principais gêneros de nematóides gastrintestinais de suínos. A amostra foi composta por fezes de 50 unidades experimentais. Cada suíno adulto macho ou fêmea, naturalmente parasitado formava uma unidade experimental para a coleta direta do reto de cada animal. A quantidade de fezes retiradas de cada animal foi dividida em 15 alíquotas homogêneas que foram distribuídas por sorteio em lotes de cinco para a composição de três grupos. Cada uma das cinco alíquotas de cada grupo formou uma réplica, e réplicas de cada um dos três grupos foram processadas concomitantemente para cada técnica proposta, pelo mesmo profissional. A análise estatística dos resultados das técnicas foi feita por outro profissional como ensaio cego; ficou demonstrado ser a técnica do Filtro de Visser (REINECKE et al. 1992) é mais sensível na detecção de ovos de nematóides gastrintestinais, quando comparada com as técnicas de Figueiredo et al. (1984) e de Whitlock (1948).

Palavras chave: Diagnóstico laboratorial coproparasitológico, Filtro de Visser, helmintologia de suínos.

1. Introdução

A contagem de ovos por grama de fezes (o.p.g) é uma prática laboratorial largamente empregada não apenas para verificar a sanidade do rebanho, relacionando o número do o.p.g com a carga parasitária, assim como muito utilizada na verificação da eficácia de produtos químicos com atividade anti-helmíntica, mediante a redução do número de o.p.g. (UENO e GONÇALVES, 1988), e

a eficiência do controle no rebanho (STOLL, 1923). Alguns métodos têm sido desenvolvidos otimizando a sensibilidade, ou mesmo aperfeiçoados no sentido de melhorar a detecção de ovos nas fezes e ao mesmo tempo tentar estabelecer melhor a carga parasitária dos planteis. Alheio a estas contínuas tentativas a Técnica de Mc Master (WHITLOCK, 1948) tem sido a mais aceita e utilizada na rotina laboratorial para o diagnóstico coproparasitológico em

diferentes rebanhos.

Uma boa técnica para ser empregada como rotina laboratorial deve ser de baixo custo operacional, fácil execução, rapidez, e principalmente de alta sensibilidade na recuperação de ovos. A busca da técnica mais próxima da ideal tem sido motivo de indagação e mesmo de estímulo à criação de novas metodologias ou mesmo à modificação e o aprimoramento de técnicas já existentes visando cada vez mais à precisão no diagnóstico, como é o caso de Whitlock (1948), Figueiredo et al. (1984) e Reinecke et al. (1992). Assim, o presente trabalho tem por objetivo comparar as três técnicas para a contagem de ovos de nematóides gastrintestinais de suínos naturalmente parasitados e manejados em criadores particulares.

2. Material e Métodos

O processamento laboratorial foi realizado nas dependências do Laboratório de Parasitologia - Convênio Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Sanidade Animal (UFRRJ/EMBRAPA), no Município de Seropédica-RJ. Os suínos integrantes do estudo eram de propriedades particulares, em que os responsáveis pelos animais autorizaram o estudo e auxiliaram na contenção dos animais para recolhimento das fezes.

As propriedades que integraram a amostra foram sorteadas dentre as que concordaram em participar, todas localizadas na área de influência direta do "campus" da UFRRJ. Nos criatórios só foram incluídos no sorteio para participar da amostragem os suínos adultos, sendo que as fêmeas prenhas e as recém-paridas foram dispensadas. A amostragem foi por sorteio simples dentro de cada criatório, dentre os animais que satisfizessem os critérios

estabelecidos. Cada suíno sorteado caracterizava uma unidade experimental no estudo.

As fezes foram coletadas manualmente, diretamente da ampola retal com a mão vestida com saco plástico, estimulando o reto com o dedo maior e recebendo o conteúdo fecal na mão. Virando o saco plástico para o avesso, era mantido o conteúdo fecal no interior deste, que era fechado e etiquetado com a identificação numérica do estudo. As amostras de fezes de 50 suínos mestiços, de ambos os sexos, e naturalmente infectados por nematóides gastrintestinais, já nos sacos plásticos foram acondicionadas em caixas isotérmicas, contendo gelo e, assim, remetidas imediatamente ao laboratório.

No laboratório, cada uma das repetições caracterizadas pelas amostras de fezes foi homogeneizada, pesada e separada para a realização das técnicas de Whitlock (1948), Figueiredo *et al.* (1984) e Reinecke *et al.* (1992). O conteúdo fecal de cada animal foi dividido em 15 alíquotas homogêneas que foram distribuídas por sorteio em lotes de cinco para a composição de três grupos. Cada uma das cinco alíquotas de cada grupo formou uma réplica, e réplicas de cada um dos três grupos foram processadas concomitantemente para cada técnica proposta, pelo mesmo profissional. Os resultados do o.p.g. das técnicas foram comparados por outro profissional como ensaio cego. A análise estatística dos resultados das técnicas com contagens de o.p.g. pelas três técnicas testadas, foi feita pelo Teste de Friedman arbitrando-se o nível de 5% de significância (CONOVER, 1990).

3. Resultados e Discussão

As contagens de o.p.g. pela técnica preconizada por Reinecke *et al.* (1992) que se utiliza do filtro de Visser, e inicialmente

foi desenvolvida para o diagnóstico coprológico de bovinos, revelaram diferenças significativas em relação às outras duas ($p < 0,05$). Tanto o número de amostras positivas foi maior, como foi maior o o.p.g. médio considerando as repetições e réplicas. Comparando a sensibilidade e a especificidade entre as técnicas, duas a duas, uma desafiando a outra, a técnica preconizada por Reinecke *et al.* (1992) identificou todos os casos que as outras técnicas, mas estas não identificaram todos os casos encontrados pela técnica preconizada por Reinecke *et al.* (1992), demonstrando que esta tem maior sensibilidade para detectar ovos de nematóides gastrintestinais de suínos (Quadro 1). Em relação à especificidade, a técnicas de Whitlock (1948) mostrou ser a menos específica, a de Figueiredo *et al.* (1984) foi 50% mais específica em relação à de Whitlock (1948), mas a preconizada por Reinecke *et al.* (1992) foi a melhor, 60% mais específica em relação a Figueiredo *et al.* (1984), e 80% em relação a Whitlock (1948). (Quadro 1)

A técnica de Whitlock (1948) demonstrou ser a de menor sensibilidade e menor especificidade, entre as três trabalhadas, apesar de apresentar a contagem média de o.p.g maior quando comparada com a técnica de Figueiredo *et al.* (1984). Esta diferença poderia ser explicada por dados da literatura, que demonstram serem as técnicas que utilizam o princípio da centrífugo-flutuação mais sensíveis para o.p.g. com valores baixos, detectando níveis de parasitismo sub-clínicos (Stoll, 1923; Pino *et al.* 1981; e Huber & Kerboeuf, 1984).

Resultados semelhantes foram observados também por Rossanigo e Gruner (1991) quando compararam e recuperaram 93% de ovos de nematóides de ovinos pela técnica de centrífugo-flutuação contra 16,5%

de ovos pela técnica de Whitlock (1948).

Apesar da técnica de Whitlock (1948) ter apresentado valores médios para o.p.g. superiores aos resultados obtidos utilizando a técnica de Figueiredo *et al.* (1984), esta técnica apresentou maior frequência de resultados com valores zero nas amostras de fezes examinadas. Assim, foi menor a sensibilidade e a especificidade. Esses resultados ora encontrados discordam dos de Levine *et al.* (1960) que, utilizando fezes de bovinos e ovinos, obtiveram melhores resultados empregando a técnica de Whitlock (1948) quando comparada com a técnica de centrífugo-flutuação na recuperação de ovos de nematóides.

Por muitos anos, o filtro de Visser foi usado em vários laboratórios na África do Sul para o diagnóstico qualitativo e quantitativo da esquistossomose humana. Schutte *et al.* (1994) compararam a efetividade do filtro de Visser com os métodos de urinálise envolvendo o uso de filtros em Millipore e o Kato-Katz, e concluíram que o Filtro de Visser era o mais sensível na detecção de ovos de trematódeos do gênero *Schistosoma* na urina.

A técnica de Reinecke *et al.* (1992) utilizada na recuperação de ovos de nematóides gastrintestinais de bovinos, adaptada neste trabalho para suínos, demonstrou ser a mais sensível na detecção de ovos nas amostras de fezes examinadas quando comparadas com as outras técnicas testadas, proporcionando mais uma alternativa para o diagnóstico laboratorial de certeza clínica, pois é capaz de detectar ao mesmo tempo, ovos de nematóides e trematódeos (Abidu *et al.* 1995).

Por ser uma técnica de concentração de ovos que sofre várias lavagens, facilita a identificação dos ovos, assegurando maior certeza no diagnóstico pela possibilidade de visualização mais específica. Esta mesma metodologia foi utilizada para o diagnóstico

coprológico em outros animais domésticos. (Abidu *et. al.* 1999, 1995, 1996).

Novos estudos devem ser conduzidos com comparação das técnicas e reavaliando a sensibilidade da presente técnica demonstrada, pois esta técnica tem grande potencial para uso epizootiológico. Através dela, poderão ser desenvolvidos

vários estudos sobre a carga parasitária, eficiência de produtos anti-helmínticos e avaliação da resistência de diversos gêneros de nematóides a drogas comumente utilizadas no controle das parasitoses dos animais domésticos.

Quadro 1. Resultados comparados da eficácia de três Técnicas Coproparasitológicas testadas com 50 repetições e 250 réplicas com fezes de suínos de criações zootécnicas no Rio de Janeiro para diagnóstico de helmintoses gastrintestinais, em 2005.

Técnica		Whitlock	Reinecke <i>et al.</i>	Figueiredo <i>et al.</i>
Número de amostras		50	50	50
Número de réplicas		5	5	5
Número de negativas		10	2	5
Amostras positivas		80 %	96 %	90 %
o.p.g. médio		1697,5	1955,98	407,30
Sensibilidade comparada	Whitlock	-	83,3%	88,9%
	Reinecke	100%	-	100%
	Figueiredo	100%	93,8%	-
Especificidade comparada	Whitlock	-	0,0%	0,0%
	Reinecke	80,0%	-	60,0%
	Figueiredo	50,0%	0,0%	-

4. Conclusões

A técnica preconizada por Reinecke *et. al.* (1992) é muito sensível para a detecção de ovos de nematóides gastrintestinais nas amostras de fezes de suínos. Esta técnica pode ser utilizada com segurança na rotina laboratorial e tem alta especificidade para identificação genérica dos nematóides.

Referências Bibliográficas

[1] UENO, H.; GONÇALVES, P.C. *Manual para diagnóstico das helmintoses de*

ruminantes. 2ª ed., 1988, Ed. JICA. 166 p.

[2] STOLL, N.R. Investigations on the control of hookworm disease. XV. An effective method counting hookworm eggs in faeces. *Am. J. Hyg.*, v 3, n 10, p 59-70, 1923.

[3] WHITLOCK, H.V. Some modifications of the Mc Master helminth egg counting technique and apparatus. *J. Counc. .Sci. Ind. Res.*, v 21, p.177-180, 1948.

[4] FIGUEIREDO, P. C.; SERRA-FREIRE, N.M.; GRISI, L. Eimerias de bovinos leiteiros no Estado do Rio de Janeiro: Técnica de diagnóstico e espécies identificadas. *Atas Soc. Biol. Rio de*

- Janeiro, v 24, p 22-26, 1984.
- [5] REINECKE, R.K.; FIGUEIREDO, M.A.; MATTOS Jr, D.G. Um método simples para o diagnóstico dos nematóides gastrointestinais mais comuns de bezerros. *In*: XXII Cong Bras. Med. Vet., Curitiba. 10-13 de Novembro, 1992.
- [6] CONOVER, W.J. *Practical Nonparametric Statistics*. 3.ed., 1999, Ed. Willey, 592p.
- [7] PINO, L.A.; MORALES, G.; RODRIGUES, E. Comparative study of the Stoll and Mc Master coproscopic techniques. *Bol. Dir. Malariol. San. Amb.*, v 21, n 3/4, p 192-195, 1981.
- [8] HUBER, J.; KERBOEUF, D. A new method for culture of larvae used in diagnosis of ruminant gastrointestinal and strongylosis: Comparison with fecal cultures. *Can J. Comp Med.*, v. 48, p 63-71, 1984.
- [9] ROSSANIGO, C.E.; GRUNER, L. Accuracy of two methods for counting eggs of sheep parasites. *Vet. Parasitol.*, v 39, p 115-121, 1991.
- [10] LEVINE, N.D.; MEHRA, K.N.; CLARK, D.T.; AVES, I.J. A comparison of nematode egg counting technique for cattle and sheep faeces. *Am. J. Vet Res.*, v 21, p 511-515, 1960.
- [11] SCHUTTE C.H.; PIENAAR, R.; BECKER, P.J.; VILJOEN, E.; CROWTHER, G.; VAN DEVENTER, J.M.; MARKUS, M.B. Observations on the techniques used in the qualitative and quantitative diagnosis of schistosomiasis. *Ann Trop Med Parasitol.*; v 88, n 3, p. 305-316, 1994.
- [12] ABIDU, M.; REINECKE, R.K.; MAIO, F.G.; GRISI, L.; SCHIAVO, P.A. Comparação entre a técnica de Mc Master e do Filtro de Visser para a contagem de ovos de helmintos gastrointestinais de eqüinos. *Parasitol al Dia*, v 23, n 3-4, p 118-120, 1999.
- [13] ABIDU, M.; SCHERER, P.O.; SERRA FREIRE, N.M. Diagnóstico coprológico quantitativo para *Fasciola hepatica* através do Filtro de Visser. *Rev. Univ. Rural, Sér Ciên Vida*, v 17, n 2, p 103-105, 1995.
- [14] ABIDU, M.; SCHERER, P.O.; SERRA FREIRE, N.M. Estudo comparativo entre Técnicas Coproparasitológicas para o diagnóstico de *Fasciola hepatica*. *Rev. Bras. Cienc. Vet.* v 3, n 1, p 01-03, 1996.

Abstract

A comparative study was done between three coproparasitologic techniques for gastrointestinal nematodes egg counting on pigs. They were collected faeces of 50 adult pigs of both sexes. Each faece sample was analyzed five times by each proposed technique. After being processed, the statistical analysis of the results showed that the Visser Filter (REINECKE et al. 1992) was the most sensitive technique for egg counting of gastrointestinal nematodes of pigs, when compared with FIGUEIREDO et al. (1984) and WHITLOCK (1948) techniques.

Key words: laboratorial diagnostic, helminthology of pig, Visser Filter

Prevalência de ovos, larvas, cistos e oocistos de elementos parasitários em hortaliças comercializadas no município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil

Antonio Neres Norberg¹, Paulo César Ribeiro², João dos Santos Gonçalves³, Fabiano Guerra Sanches³, Vinícius Flávio Correia da Silveira⁴, Marcelo Firmino de Oliveira⁴, Giselle Guerra Ferreira⁴.

¹Docente da Universidade Iguaçu-UNIG e Centro Universitário de Volta Redonda
UniFOA. E-mail: norberg@uol.com.br

²Docente da Universidade Iguaçu-UNIG, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde,
Coordenador e Docente do Curso de Odontologia.

³Docentes da Universidade Iguaçu-UNIG,
Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Curso de Farmácia.

⁴Acadêmicos do Programa de Iniciação Científica do Curso de Farmácia da UNIG.

Resumo

A proposta desta pesquisa foi avaliar a prevalência da contaminação por ovos, larvas, cistos e oocistos de enteroparasitas em hortaliças consumidas cruas, comercializadas no município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil. Foram analisadas 100 amostras de cada espécie de hortaliças, constituídas pelas variedades Lactuca sativa (alface) e Nasturtium officinale (agrião) provenientes de supermercados, feiras livres e sacolões. Detectou-se 21% de positividade nas amostras de alface analisadas, sendo que ovos de Ascaris sp foram mais freqüentes (8%). Por outro lado, as amostras de agrião apresentaram 33% de positividade, sendo o protozoário Entamoeba coli o mais freqüente (9%). Em todas as amostras de hortaliças encontrou-se pelo menos um tipo de contaminante, tais como: ácaros, ovos de ácaros, larvas de nematóides e protozoários ciliados e de vida livre, demonstrando a possibilidade de infecção através das hortaliças consumidas cruas. Considerando-se os resultados obtidos, ressalta-se a importância das hortaliças consumidas cruas na transmissão dos enteroparasitas, bem como a necessidade de medidas que propiciem uma melhoria na qualidade higiênico-sanitária desses alimentos.

Palavras chave: enteroparasitas, parasitoses e hortaliças.

1. Introdução

O consumo de hortaliças pela população é útil devido ao seu valor calórico e por possuir celulose, que forma uma massa no intestino estimulando a peristalse e garantindo uma evacuação normal das fezes. Possuem também sais minerais e vitaminas, principalmente o caroteno e a vitamina C (Lederer, 1991).

As hortaliças, especialmente as consumidas cruas, têm especial importância para a saúde pública, pois são amplamente consumidas pela população e podem conter cistos de protozoários, ovos e larvas de helmintos, servindo como uma importante via de transmissão de parasitas intestinais (Simões *et al.*, 2001).

Foi publicada uma reportagem alertando sobre a contaminação de hortaliças

consumidas cruas no Rio de Janeiro, com índices elevados de ovos, lavras e cistos de parasitas (Alves, 2000).

As verduras mais consumidas cruas pela população são alface e agrião. A principal forma de contaminação por enteroparasitas em hortaliças dá-se, principalmente, no uso de água contaminada por material fecal de origem humana, utilizada na irrigação de hortas. Outras formas seriam a contaminação do solo por uso de adubo orgânico com dejetos fecais, o contato das hortaliças com animais como aves, moscas e ratos e também a forma inadequada como as hortaliças são manuseadas e transportadas (Fernandez *et al.*, 2002).

É útil conhecer a origem das hortaliças consumidas cruas, principalmente da alface e do agrião que são preferidas na alimentação. É necessário citar e analisar o agrião que cresce em valas com esgoto onde a água pode estar contaminada. Deve-se ter cuidado também com a alface, que se desenvolve com esterco das fazendas, podendo estar contaminadas por ovos, cistos de endoparasitas.

A grandeza global e a importância das enteroparasitoses e dos possíveis processos para o seu controle foi fato de consideração pelo comitê de peritos da Organização Mundial de Saúde. No continente americano 200 milhões de pessoas estão poliparasitadas, sendo que a maioria apenas infectada. Em 5 a 15% da população, observou-se a presença de sintomas devido a helmintos intestinais. Cerca de 20 milhões adoecem e mais de 10.000 morrem por ano por esta causa (Resende *et al.*, 1997).

O homem parasitado, através de seus dejetos, contamina o solo com cistos e ovos. A água pode preservá-los por longos períodos e transportá-los a grandes distâncias. O solo permite seu desenvolvimento a estágios infectantes e os alimentos vegetais, consumidos crus, os

trazem de volta ao hospedeiro suscetível, o homem (Marzochi & Carneiro, 1978).

A epidemiologia das enteroparasitoses humanas aborda os mais diversos fatores relacionados com a transmissão das enteroparasitoses, tais como mãos sujas, hortaliças, alimentos em geral, solo, moscas e outros insetos, o ar e água. (Vallada *et al.*, 1987; Branco *et al.* 1999).

Considerando a escassez de informações sobre a transmissão de agentes parasitários em alimentos, esta pesquisa teve como objetivo o estudo da prevalência de ovos e larvas de helmintos, cistos e oocistos de protozoários nas hortaliças alface e agrião consumidas cruas e comercializadas no município de Nova Iguaçu.

2. Metodologia

Foram analisadas amostras de *Lactuca sativa* (alface) e *Nasturtium officinale* (agrião) provenientes de culturas tradicionais e comercializadas em feiras livres e supermercados do município de Nova Iguaçu.

2.1 – Locais de coleta das amostras

Os locais de coleta das amostras de hortaliças foram em feiras livres, sacolões e supermercados no município de Nova Iguaçu, no período de agosto de 2006 a abril de 2007. Semanalmente as amostras das hortaliças, alface e agrião foram adquiridas e acondicionadas individualmente em sacos plásticos limpos, identificadas, datadas e numeradas por espécie de hortaliça. Foram levadas ao laboratório e mantidas sob refrigeração até o momento da análise.

2.2 – Seleção das amostras

Para realizar esta pesquisa, foram adquiridas 200 (duzentas) amostras de

hortaliças, sendo 100 (cem) amostras de alface (*Lactuca sativa*) e 100 (cem) amostras de agrião (*Nasturtium officinale*) nas seguintes quantidades e localidades, conforme a seguir:

40 (quarenta) amostras de cada espécie de hortaliça (alface e agrião) foram adquiridas em sacolões;

30 (trinta) amostras de cada espécie foram adquiridas e feiras livres;

30 (trinta) amostras de cada espécie foram adquiridas em supermercados.

Estabeleceu-se como unidade amostral para as alfaces, o pé (ou touceira) independente do seu peso ou tamanho, enquanto que para os agriões considerou-se o maço, constituído de folhas agrupadas e seguras por um amarrado.

2.3 – Técnicas laboratoriais e obtenção do sedimento para análise

Para obtenção do sedimento, as hortaliças foram lavadas em bandeja de aço inoxidável de 40x30 cm com 300 mL de água destilada. Para o pé de alface foi realizada uma extração mecânica e posteriormente lavou-se folha por folha, enquanto o agrião foi lavado através de extração mecânica após ficar de molho por 30 minutos na bandeja de aço inoxidável de 40x30 com 300 mL de água destilada. A água de lavagem foi filtrada em gaze dobrada para a remoção de partículas maiores, sendo que esta água foi colocada num cálice de sedimentação com capacidade de 300 mL. Esta suspensão ficou em repouso por 24 horas para a total sedimentação. Colheu-se uma alíquota do sedimento por intermédio de uma pipeta graduada de 1 mL, distribuindo-se 0,1 mL para cada lâmina.

2.3.1 – Técnicas utilizadas

Para obter o sedimento conforme descrito acima, utilizou-se a Técnica da Sedimentação Espontânea em água, Técnica de Lutz, (1919) sendo que uma porção da alíquota deste sedimento com lugol, foi examinada em microscópio ótico, para a pesquisa de ovos, larvas e cistos. Outra porção da alíquota do sedimento corou-se pela Safranina azul de metileno.

2.3.2 – Coloração e observação microscópica

Foram observadas quatro lâminas por amostra de hortaliça.

As três primeiras lâminas foram utilizadas para a pesquisa de ovos e larvas de helmintos e cistos de protozoários, sendo para isto, acrescentadas duas gotas de lugol ao sedimento, como corante, para uma melhor observação da morfologia destes esteroparasitas e coberta com lamínula; para análise ao microscópio ótico, usou-se objetivas de 10X, 20X e 40X. A quarta lâmina foi preparada com uma gota do sedimento e corada com safranina azul de metileno, para pesquisa de oocistos de protozoários.

Os esfregaços secos, prontos para serem corados pela Técnica de Safranina azul de metileno, foram fixados em solução de álcool-clorídrico a 3% (97ml de álcool etílico + 3ml de ácido clorídrico). Deixou-se agir por 3 minutos, em seguida lavou-se em água corrente e deixou-se secar ao ar.

Após fixados, os esfregaços foram cobertos com solução aquosa de Safranina a 1% (1 grama de Safranina + 5ml de álcool etílico + 95ml de água destilada) e aquecidos por 1 minuto de modo a emitir vapores, sem no entanto entrar em ebulição, lavou-se com água e deixou-se secar ao ar.

Por último, cobriram-se os esfregaços com solução de azul de metileno a 1% (1

grama de azul de metileno + 100mL de água destilada), deixou-se agir por 30 segundos quando então eram lavados para retirar o excesso do corante e deixado secar ao ar.

De posse dos esfregaços corados, estes foram examinados em microscópio binocular, objetiva de 40X e objetiva de imersão (100X), tendo-se observado no mínimo 100 campos microscópios.

2.3.3 – Análise Estatística

Para a análise estatística da prevalência dos enteroparasitas nas hortaliças consumidas cruas, foi utilizado o Teste de Significância Qui-quadrado (χ^2), que é um procedimento estatístico não paramétrico usado na comparação entre as frequências observadas da contaminação das hortaliças em estudo.

3 – RESULTADOS

Na tabela 1, apresentada-se a prevalência dos protozoários e dos helmintos nas hortaliças analisadas.

Dos 100 pés de alface, (21%) foram positivos para enteroparasitas; destes nove (42,9%) foi observada a presença de cistos de protozoários, e doze (57,1%) foram detectados ovos de helmintos.

Dos maços de agrião, (33%) foram positivos para enteroparasitas; destes, em dezenove (57,6%) foi observada a presença de protozoários, e em quatorze (52,4%), observou-se a presença de helmintos.

Na tabela 2, é apresentada a prevalência de enteroparasitas nas hortaliças analisadas (100 de casa espécie), onde se observa o percentual mais elevado de contaminação no agrião (33%). Dos enteroparasitas observados nesta espécie de hortaliça, o protozoário com maior prevalência foi a *Entamoeba sp*, com (9%), enquanto para o helminto foi o *Ascaris sp*, com (7%).

Tabela 1: Prevalência de positividade para protozoários e helmintos em 100 amostras de agrião e alface analisadas e comercializadas no município de Nova Iguaçu – RJ, no período de agosto de 2006 a junho de 2007.

	Hortaliças.			
	Alface		Agrião	
Positivas para	N	%	n	%
Protozoários	09	42,9	19	57,6
Helmintos	12	57,1	14	42,4
Total	21	100	33	100

Obs: n - número de amostras positivas em 100 analisadas.

% - prevalência em relação à soma total de enteroparasitas.

Tabela 2: Prevalência de enteroparasitas nas hortaliças analisadas e comercializadas no município de Nova Iguaçu – RJ, no período de agosto de 2006 a junho de 2007.

Enteroparasitas	Hortaliças	
	Alface	Agrião
<i>Entamoeba sp</i>	5	9
<i>Giardia lamblia</i>	2	8
<i>Endolimax nana</i>	2	1
<i>Cryptosporidium sp</i>	0	1
<i>Ascaris sp.</i>	8	7
<i>Ancilostomidae</i>	3	3
<i>Toxocara sp</i>	1	3
<i>Trichuris trichiura</i>	0	1
Total	21	33

Na tabela 3, verifica-se a prevalência de contaminação do agrião pelos enteroparasitas em relação ao local de aquisição das hortaliças, e destacam-se conforme a seguir: *Entamoeba sp* (15%) adquiridas em sacolão, *Giardia lamblia* (10%) e *Ascaris sp* (16,7%) ambas adquiridas em feiras livres.

Tabela 3: Prevalência de protozoários e helmintos por local de aquisição das hortaliças, analisadas e comercializadas no município de Nova Iguaçu – RJ, no período de agosto de 2006 a junho de 2007.

Enteroparasitas	Sacolão		Feira Livre		Supermercado	
	Alface	Agrião	Alface	Agrião	Alface	Agrião
	n = 40	n = 40	n = 30	n = 30	n = 30	n = 30
<i>Entamoeba coli</i>	5,0	15,0	6,7	6,7	3,3	3,3
<i>Giárdia lamblia</i>	2,5	7,5	3,3	10,0	0,0	6,7
<i>Endolimax nana</i>	5,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0
<i>Cryptosporidium sp</i>	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0
<i>Ascaris sp</i>	7,5	5,0	13,3	16,7	3,3	0,0
<i>Ancilostomidae</i>	2,5	5,0	6,7	3,3	0,0	0,0
<i>Toxocara sp</i>	0,0	5,0	3,3	3,3	0,0	0,0
<i>Trichuris trichiura</i>	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	22,5	40,0	33,3	46,7	6,7	10,0

Tabela 4: Prevalência de protozoários e helmintos por local de aquisição das hortaliças, analisadas e comercializadas no município de Nova Iguaçu – RJ, no período de agosto de 2006 a junho de 2007.

Enteroparasitas	Sacolão		Feira Livre		Supermercado	
	Alface	Agrião	Alface	Agrião	Alface	Agrião
	n = 40	n = 40	n = 30	n = 30	n = 30	n = 30
Protozoários e helmintos	12,5	22,5	10,0	23,3	3,3	10,0
Helminto	10,0	17,5	23,3	23,3	3,3	0,0
Total	22,5	40,0	33,3	46,7	6,7	10,0

A maior prevalência de contaminação entre as hortaliças analisadas (47%) está apresentada na tabela 4, e corresponde às amostras de agrião adquiridas nas feiras livres. Também destacam-se a prevalência de contaminação das amostras de agrião provenientes do sacolão (40%).

O tratamento estatístico dos dados apresentados na tabela 5, realizado através do teste Qui-quadrado (χ^2), revela que a hipótese nula foi rejeitada, mostrando que

existe uma diferença significativa entre a ocorrência de positividade das hortaliças provenientes dos sacolões e feiras livres quando comparadas com aquelas adquiridas dos supermercados.

O nível de significância adotado na análise estatística foi de um por cento (1%), ou seja, noventa e nove por cento (99%) de confiabilidade.

Tabela 5: Ocorrência de positividade dos enteroparasitas nas hortaliças analisadas em função do local de comercialização no município de Nova Iguaçu – RJ, no período de agosto de 2006 a junho de 2007.

	Sacolão		Feira Livre		Supermercado	
	Alface	Agrião	Alface	Agrião	Alface	Agrião
Positivo	9	16	10	14	2	3
Negativo	31	24	20	16	28	27
Total	40	40	30	30	30	30

4. Discussão

A alface foi selecionada para pesquisa com a motivação pela grande difusão de seu consumo sob a forma crua, pela facilidade de cultivo e possibilidade de contaminação através da água de irrigação poluída. Já o agrião deve-se ao fato de seu cultivo ser favorecido em valas, cuja água pode estar contaminada por infiltração de matéria fecal. Os agentes de doenças transmitidos por alimentos são resultantes predominantemente do ciclo de contaminação fecal-oral e seu controle tem recebido atenção cada vez maior em todo mundo (Takayanagui, 1999). Na cidade do Rio de Janeiro (Silva et. al., 2000) detectaram alta contaminação por enteroparasitas nas hortaliças consumidas cruas. Estes dados justificam a elevada frequência de enteroparasitoses em nosso meio (Waldmam, 1989).

Christovão et. al., 1967; Oliveira e Germano, 1992 e Monge et. al., 1995, relataram que, dentre os vegetais consumidos crus, aqueles que apresentam superfície lisas possuem menor capacidade de retenção de microrganismos, enquanto aqueles que apresentam folhas imbricadas e de superfície irregular, oferecem maiores condições para retenção e sobrevivência dos microrganismos nelas depositados através de água de irrigação.

Entretanto (Gelli et. al., 1979 e Oliveira e Germano, 1992) admitiram que a estrutura

do vegetal também interfere no grau de contaminação. O agrião, apresentando folhas múltiplas e separadas, com grande área de contato, permite maior fixação de enteroparasitas. A alface, por sua vez, apresenta folhas largas, firmemente justapostas, o que dificulta a aderência dos enteroparasitas. Os níveis de contaminação das variedades das hortaliças analisadas pelos autores acima citados mostraram um percentual de enteroparasitas no agrião significativamente maior que nas outras hortaliças, resultados estes que corroboram os resultados desta pesquisa, nos quais a contaminação do agrião foi significativamente maior que a da alface adquirida no comércio do município de Nova Iguaçu.

Os resultados desta pesquisa estão em concordância com os resultados obtidos por Marzochi, (1977), que relatou a contaminação do solo por ovos de *Ascaris sp* como sendo mais intensa que por Ancilostomídeos e *T. trichiura*, pois resistem mais à dessecação e ao frio. Em relação aos protozoários, os cistos de *E. coli* são mais resistentes à dessecação que os cistos de *E. histolytica*, que morrem instantaneamente no ambiente seco.

A aquisição das amostras do presente estudo foi realizado no período entre agosto de 2006 a abril de 2007, compreendendo épocas de seca em que intensamente se utiliza a irrigação nas culturas de hortaliças por ser período de baixa pluviosidade,

segundo o Boletim de Informações Climáticas do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTeC), que registrou nesse período, na região sudeste, escassez de chuvas, com índice pluviométrico em torno de 20% da média da região. Foram analisados os trabalhos dos autores Marzochi (1970 e 1977); Monge et. al., (1996), realizados em períodos de pouca chuva, e principalmente o de Oliveira & Germano (1992), por terem sido realizados em período idêntico ao desta pesquisa, nos quais obtiveram níveis elevados de contaminação por enteroparasitas nas variedades das hortaliças estudadas (32% alface lisa e 66% nas de agrião. Este estudo corrobora os resultados obtidos no presente trabalho, em que os índices de contaminação podem ser explicados pela maior intensidade de irrigação das hortaliças fazendo-se uso de água poluída.

Nesta pesquisa observou-se resultado diferente do obtido por Silva et. al., (1995), que analisou hortaliças comercializadas em supermercados do Rio de Janeiro, onde foi detectado um índice elevado de contaminação por enteroparasitas, num total de 21,4% das amostras analisadas.

Destacou-se a importância do *Cryptosporidium sp* com 1% de prevalência, protozoário de grande interesse na medicina veterinária, devido aos fatores sócio econômicos e por ser reconhecido como o causador de diarreia em bovinos e ovinos. Também na medicina humana, por intermédio da associação deste protozoário com pacientes imunodeprimidos que apresentam diarreia e, principalmente, em pacientes com Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA).

Apesar do baixo índice de prevalência do *Cryptosporidium sp* observado nesta pesquisa, esse resultado é um sinal de alerta, pois o fato da presença deste protozoário evidencia um perigo potencial o que

representa as hortaliças consumidas cruas para a Saúde Pública, pois os esporocistos provenientes de animais domésticos, bovinos, caprinos, animais silvestres e ratos podem causar infecção sintomática em humano, principalmente naqueles imunodeprimidos (Monge et. al., 1996).

Os resultados obtidos na tabela 4 estão associados ao fato das hortaliças estarem situadas em locais desprovidos de saneamento. Também a irrigação utilizada nos pontos de venda para manter as hortaliças frescas, condições de acondicionamento, estocagem e manipuladores infectados são fatores que contribuem em muito para a contaminação das hortaliças.

Das hortaliças adquiridas nos supermercados a prevalência de positividade foi baixa. Um fato relevante observado durante a aquisição das amostras que pode ser usado para explicar esse baixo percentual, é a melhor qualidade higiênico-sanitária desses alimentos, inclusive em sua grande maioria com embalagens individuais.

Da constatação da ocorrência de enteroparasitas nas hortaliças consumidas cruas, da magnitude dos resultados obtidos neste estudo e a importância para Saúde Pública, ressalta-se a necessidade de medidas, por parte da Vigilância Sanitária, para propiciar melhoria na qualidade higiênica desses alimentos.

5. Conclusões

Da análise dos resultados obtidos conclui-se que;

- 1) a prevalência de contaminação por ovos, cistos e oocistos nas variedades das hortaliças analisadas adquiridas no comércio de Nova Iguaçu foi de (21%) para a alface lisa e (33%) para o agrião.
- 2) o maior índice de contaminação ocorreu nas hortaliças adquiridas em feiras livres.

A presença de ovos de *Toxocara sp* sugere a contaminação por fezes de animais domésticos, como cães e gatos.

Referências bibliográficas

- [1] Alves, M.C. Cariocas consomem hortaliças contaminadas. O Globo, Rio de Janeiro, Caderno Rio, p.21, 07 de maio de 2000.
- [2] Branco-Jr, A. C.; Waib, C.M; Filho, O. C. O. Importância da higiene dos Alimentos na epidemiologia das helmintoses. Ocorrência de ovos de helmintos em hortaliças. Revista Brasileira de Análises Clínicas, 31(1): 124-126, 1999.
- [3] Carli, G.A. Diagnóstico Laboratorial das Parasitoses. Ed. MEDSI, Rio de Janeiro, 2004.
- [4] Christovão, D. A., Contaminação de alface (*Lactuca sativa*) por microrganismos de origem fecal: estudo de métodos bacteriológicos para sua determinação, média de sua intensidade na cidade de São Paulo e eficiência de alguns tratamentos na sua redução. São Paulo, 1958. Tese de Cátedra – Faculdade de Higiene e Saúde Pública da USP.
- [5] Christovão, D.A. Condições sanitárias das águas de irrigação de hortas do município de São Paulo. I. Determinação da intensidade de poluição fecal através do NMP de coliformes e de *E. coli*. Revista de Saúde Pública, S. Paulo, 1:3-11, 1967
- [6] Costa, A. Determinação da intensidade de poluição fecal da alface (*Lactuca sativa*) oferecida no Mercado Municipal de Ribeirão Preto, S. Paulo. In: Jornada Farmacêutica, Ribeirão Preto, 1972. Resumos. Ribeirão Preto, 1972. p. 28-9.
- [7] Gelli, D. S.; Souza, A. Bacteriófagos fecais em águas, verduras cruas na lavadas e outros produtos alimentícios: observações quanto ao seu achado durante surto de hepatite infecciosa em condição normal. Revista Instituto Adolfo Lutz, 52: 63-69, 1992.
- [8] Gelli, D. S.; Tachibana, t.; Oliveira, I, R. Condições higiênico sanitárias de hortaliças comercializadas na cidade de São Paulo, SP, Brasil. Revista Instituto Adolfo Lutz, 39 (1): 37-43, 1979.
- [9] Gomes, A. H. S.; Silva, E. A. M.; César, N. P. A. Controle de qualidade nos exames parasitológicos de fezes. Boletim Instituto Adolfo Lutz, 9 (1), 1999.
- [10] Lederer, J. Higiene dos Alimentos. Enciclopédia Moderna de Higiene Alimentar - TOMO II, Ed. Manole, São Paulo, 1991.
- [11] Marzochi, M. C. A Estudos dos fatores envolvidos na disseminação dos enteroparasitas. Estudo da poluição por cistos e ovos de enteroparasitas em córregos da cidade de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. Revista Instituto Medicina Tropical de São Paulo, 12 (4): 249-256, 1970.
- [12] Marzochi, M. C. A. Estudos dos fatores envolvidos na disseminação dos enteroparasitas. Estudo da contaminação de verduras e solo de hortas ns cidade de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. Revista Instituto Medicina Tropical de São Paulo, 19 (3): 148-155,1977.
- [13] Marzochi, M. C. A. Poluição enteroparasitoses. Revista Ciência e Cultura, 29 (7): 771-778, 1977.
- [14] Marzochi, M. C. A.; Carvalheiro, J. R. Estudo dos fatores envolvidos na disseminação dos enteroparasitas. Distribuição de algumas enteroparasitoses em dois grupos

- populacionais da cidade de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. Revista Instituto Medicina Tropical de São Paulo, 20: 31-35,1978.
- [15] Mesquita, V. C. L; Serra, C.M.B., Bastos, O.M. P. Contaminação por enteroparasitas em hortaliças comercializadas nas cidades de Niterói e Rio de Janeiro, Brasil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 32. 1999.
- [16] Monge, R.; Chinchilla, M.; Reys, L. Estacionalidad de parasitos y bacterias intestinales em hortaliças que se consumen crudas em Costa Rica. Revista Biologia Tropical, 44 (2): 369-375, 1996.
- [17] Oliveira, C. A. F.; Germano, P.M.L. Estudo da ocorrência de enteroparasitas em manipuladores de alimentos de escolas públicas em Uberlândia – MG. Revista Panamericana de Saúde Pública, 26 (4): 283-289, 1992.
- [18] Rezende C. H. A.; Cruz, J. M. C.; Cardoso M. L. G. Enteroparasitoses em manipuladores de alimentos de escolas públicas em Uberlândia (Minas Gerais), Brasil. Revista Panamericana de Saúde Pública, 2 (6): 15-17, 1997.
- [19] Ribeiro, P. C. Ocorrência de *Cryptosporidium* sp em pacientes imunodeprimidos internados na clínica de doenças infecto-parasitárias do Hospital Geral de Nova Iguaçu, RJ, Brasil. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas – Doenças Parasitárias, Universidade Iguaçu-UNIG, 1999.
- [20] Rouquayrol, M. Z. Epidemiologia & Saúde, 5 ed. Ed.: Médica e Científica Rio de Janeiro, Brasil, 1999.
- [21] Silva, C. G. M.; Andrade, S. A. C.; Stamford, T. L. M., Ocorrência de *Cryptosporidium* spp. e outros parasitas em hortaliças consumidas in natura, na cidade de Recife. Revista Ciências Saúde Coletiva, 10 (1): p.63-69, 2000.
- [22] Silva, J.P; Marzochi, M.C A.; Coura, L.C. Estudo da contaminação por enteroparasitas em hortaliças comercializadas nos supermercados da cidade do Rio de Janeiro, Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 28 (3): 237-241, 1995.
- [23] Takayanagui, O. M.; Febrônio,L. H. P.; Bergamini, A. M. Boletim sobre fiscalização de hortas produtoras de verduras do município de ribeirão Preto, São Paulo. Departamento de Nutrologia da faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 1999
- [24] Vallada, E. P ; Seixas, A. S.S; Carraro, K.M.A. Contribuição ao estudo da transmissão das enteroparasitas. Revista Brasileira de Farmácia, 68: 102-108, 1987

Abstract

The purpose of this survey went evaluate the prevailing contamination of raw green vegetables by enteroparasites traded and consumed in Nova Iguaçu Country, Rio de Janeiro State, Brazil. A hundred samples of each green vegetable specie were analyzed, including lettuce and water-cress varieties, supplied, by supermarkets, street markets and popular markets. In 21% of the lettuce samples, the presence of worms was detected, being the eggs Ascaris sp, the most common a rate of 8%, besides the water-cress samples presented a 33% positive rate of worm presence, being the Entamoeba coli protozoa, the most frequent, with 9%. All the samples analyzed presented, at least, one type of contaminant: acharids, eggs acharids, nematode larvae, and ciliated protozoa, demonstrating the contamination possibility through of raw consumed green vegetables. Observing the results of this survey, conclusions can be taken out, such as the

importance of raw green vegetables in parasitic transmission chain, as well as the great necessity of taking measures to improve the sanitation quality of that kind of nourishment.

Keywords: enteroparasites, green vegetable, enteroparasitosis.

Sinantropia da Fauna de Califorídeos (Diptera, Calliphoridae) na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil.

Roney Rodrigues-Guimarães^(1, 2, 3); Ronald Rodrigues Guimarães⁽¹⁾; Hécio Magalhães Barros⁽¹⁾; Raimundo Wilson de Carvalho^(1, 4) & Gonzalo Efraim Moya-Borja⁽³⁾.

¹ Universidade Iguazu (UNIG) – Av. Abílio Augusto Távora, 2134. CEP 26275-580, Nova Iguaçu, RJ. Tel. (21) 27654000. roneyrg@gmail.com; ronaldr@gmail.com; biologia@campus1.unig.br

² Universidade Estácio de Sá (UNESA) – Rua Oscar Soares, 1466, 26220-410, Nova Iguaçu, RJ.

³ Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Rodovia BR 465, Km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ. gemoya@ufrj.br

⁴ Laboratório de Ixodides – Fundação Oswaldo Cruz, (FIOCRUZ) – Av. Brasil, 4365. CEP 21045-900, Manguinhos, RJ. raicar@ioc.fiocruz.br

Resumo

Entre os dípteros de interesse médico-sanitário destacam-se as moscas varejeiras das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae. São insetos de importância na Saúde Pública, pois os adultos são vetores de patógenos e suas larvas atacam tanto o homem como animais domésticos. A captura foi realizada através de armadilhas, iscadas com vísceras frescas de frango, em três ecótopos distintos (rural, urbano e de floresta). Foram capturados 31.480 dípteros califorídeos: *Chrysomya megacephala* (54,45%), *C. putoria* (11,18%), *C. albiceps* (13,63%), *Phaenicia eximia* (5,90%), *P. cuprina* (1,07%), *Cochliomyia macellaria* (9,06%), *C. hominivorax* (0,53%), *Hemilucilia segmentaria* (0,80%), *H. semidiaphana* (1,40%), *Mesembrinella bellardiana* (1,24%), *Eumesembrinella* sp. (0,51%), *Chloroprocta idioidea* (0,09%) e *P. sericata* (0,13%). Foi determinado o Índice de Sinantropia das espécies capturadas entre o outono de 2002 e o verão de 2004. *C. albiceps* teve o mais alto Índice de Sinantropia (IS= +41,7) conferindo a esta espécie a preferência por áreas habitadas. Também *C. megacephala* (IS= +33,01), *C. putoria* (IS= +25,1), *C. hominivorax* (IS= +24,1), *C. macellaria* (IS= +21,14), *P. cuprina* (IS= +18,78), *P. eximia* (-9,67) espécie com preferência por áreas habitadas e finalmente *H. segmentaria*, *H. semidiaphana*, *M. bellardiana*, *Eumesembrinella* sp. *C. idioidea*, *P. sericata* todas pertencentes aos grupos, que possuem completa ausência em áreas habitadas (IS= -100).

Palavras chave. Cyclorrhapha, Índice de Sinantropia, Moscas Varejeiras, Muscoides, Rio de Janeiro

1. Introdução

Dentre os dípteros de interesse médico-sanitário destacam-se as espécies das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae. Sua ocorrência, distribuição e predominância em áreas metropolitanas são fatores de grande importância na Saúde Pública, pois os adultos são vetores de patógenos, e suas larvas atacam tanto o homem como animais domésticos (Ferreira: 1978). As moscas varejeiras são dípteros

caliptratos de tamanho médio (4 a 16 mm), de coloração escura, com reflexos metálicos azulados, violáceos, esverdeados e ou cúpreos, principalmente no tórax e abdome. São atraídas por matéria orgânica animal ou vegetal em decomposição. (Rodrigues-Guimarães *et al.*: 2004).

As moscas dos gêneros *Chrysomya* e *Phaenicia* e a espécie *Cochliomyia macellaria* (Fabricius: 1775) são atraídas por carne de peixes e de mamíferos, vísceras de aves, assim como frutas (abacaxi maduro,

banana, etc.), fezes humanas, vegetais em decomposição, carcaças humanas, e de animais domésticos e silvestres [Zumpt & Patterson (1952); Ferreira (1983); Mendes & Linhares (1993); D'Almeida & Almeida (1998); Carraro & Milward-de-Azevedo (1999); Rodrigues-Guimarães *et al.* (2000 e 2001).]

As moscas da espécie *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858) são atraídas pelas feridas umbilicais de bezerros recém-nascidos. Suas larvas podem parasitar tanto essas feridas como as gengivas dos animais em amamentação, invadindo a cavidade gengivo-alveolar durante o processo de erupção dos dentes, ou desenvolver-se dando origem as miíases comumente conhecidas como “bicheira”, patologia importante para a pecuária em áreas tropicais e neotropicais (Rey: 1991). O desenvolvimento de miíases na espécie humana também pode ocorrer [Rawlins & Barnett (1983); Greenberg (1984); Khan & Khan (1985); Cho *et al.* (1999) e Daniel *et al.* (1994).] Essas moscas são encontradas em ambientes rurais e urbanos e podem causar miíases primárias e secundárias, além de criarem-se em carcaças de animais, frutas podres e lixo urbano (Madeira *et al.*: 1989).

As diferentes espécies de califorídeos possuem preferência por ambientes diversos, conseqüentemente são encontradas em áreas urbanas, rurais e florestais [Hall: (1997); Avancini (1988); Baumgartner (1988) e Rodrigues-Guimarães (2004),] sendo algumas espécies mais sinantrópicas que outras. Assim sendo, Vianna *et al.* (1998),] trabalhando em Pelotas, Rio Grande do Sul, cita que *Phaenicia cuprina* (Wiedemann, 1830), *P. sericata* (Meigen, 1826) e *C. megacephala*, tem preferência por áreas urbanas. O comportamento e a atividade das diferentes espécies de califorídeos são determinados por fatores como precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa

do ar e luminosidade (Paraluppi & Castellón: 1994).]

Espécies de califorídeos como, por exemplo, *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) têm demonstrado uma performance de estrategista “r”, sendo capaz de colonizar vários habitats e apresentar grande capacidade de dispersão (PIANKA: 1970). Assim, temos que esta espécie parece substituir espécies autóctones, principalmente em áreas urbanas, mesmo quando capturadas utilizando-se diversas iscas. [D' Almeida & Lopes: 1983); Carraro & Milward-De-Azevedo :1999) e Rodrigues-Guimarães *et al.* :2000).]

A alta taxa de dispersão dos espécimes e proles numerosas são características importantes para que a colonização seja eficaz, de maneira que os locais para a colonização possam ser atingidos (Prince & Waldbauer: 1975). A fauna de dípteros califorídeos possui uma dieta variada, causando miíases em humanos e em diversas espécies de animais, incluindo mamíferos, anfíbios e peixes [Bristow *et al.*: 1990) e Mehr *et al.* :1991).]

Além das miíases, os califorídeos apresentam grande importância médica e sanitária, pois são capazes de transmitir um grande número de patógenos: dentre vírus, bactérias, oocistos de protozoários e ovos de helmintos [Greenberg (1971 e 1973); Furlanetto *et al.* (1984); Wobeser & Galmut (1984); Mariluis *et al.* (1989); Braack & DeVos (1990); Hubalek & Halauzka (1991); Lima & Luz (1991); Paraluppi (1996) e Asgari *et al.* (1998).]

O conceito de sinantropia segundo Povolny (1971), foi determinado atendendo às modificações dos ambientes pelo homem, antropobiocenose; ao ambiente natural, eubiocenose e aos ambientes transitórios entre a antropobiocenose e a eubiocenose, agrobiocenose. Assim, o Índice de Sinantropia pôde ser determinado como:

assinantrópicos são aqueles indivíduos que não toleram o ambiente modificado pela ação antrópica, estando, portanto, estritamente vinculados a eubiocenose; hemissinantrópicos são aqueles que independem da ambiente antropobioceno, são indivíduos associados a agrobiocenose, tendo tendência a evoluírem para a forma exófila de eussinantrópica sendo indivíduos intimamente associados a antropobiocenose. São endófilos aqueles estritamente antropobiocenos e exófilos aqueles que não necessitam obrigatoriamente do ambiente antrópico.

O cálculo do Índice de Sinantropia é baseado no cálculo das moscas coletadas na cidade, na zona rural e na zona de florestas. O Índice de Sinantropia, apenas no grau de preferência de uma espécie por zonas urbanas, varia de +100 a -100, onde os valores positivos indicam que a espécie está relacionada com locais habitados pelo homem, isto é, indicam alto grau de sinantropia e os valores negativos indicam que a espécie evita aglomerado, portanto, possuem intolerância às alterações ecológicas decorrentes do processo de urbanização, não sendo levado em consideração o grau de associação das moscas com o homem, a importância médica ou sanitária e sim, a capacidade de utilizar as condições favoráveis criadas pelo homem (Nuorteva: 1963). Moscas sinantrópicas, consideradas no amplo sentido, são definidas como aquelas que mantêm relações puramente ecológicas, relacionadas diretamente com o homem, do ponto de vista higiênico Gregor & Polvony (1958). Peters (1960) considerou moscas sinantrópicas como sendo aquelas que apresentam capacidade de se adaptarem às condições criadas pelo homem.

Os fatores bióticos e abióticos são responsáveis pela flutuação e composição das populações de dípteros muscóides

(Dajoz: 1983). A incidência e a constância estão intimamente relacionadas à sazonalidade, como demonstram Ferreira (1978 e 1983), Rodrigues-Guimarães *et al.* (2000, 2001 e 2004).

Segundo Prado & Guimarães (1982), as espécies *C. megacephala*, *C. putoria* (Wiedemann, 1818) e *C. albiceps* (Wiedemann, 1819) teriam sido introduzidas no Brasil pelos navios oriundos da África e atracados na região sul. A partir daí se distribuíram amplamente na região neotropical, ocorrendo em habitações humanas e abrigos de animais domésticos.

As hipóteses aventadas para nortear o estudo foram: a) população de moscas califórídeos na Baixada Fluminense é influenciada por fatores antrópicos, que podem determinar diferentes índices de sinantropia; b) as populações das espécies de califórídeos dos três ecótopos (rural, urbano e florestal) têm comportamento diferenciado.

2. Materiais e Métodos

A captura dos insetos foi realizada com a utilização de armadilhas, segundo Ferreira (1978), modificadas por Guimarães & Rodrigues-Guimarães (2003) durante dois anos, entre o outono de 2002 e o verão de 2004.

O trabalho foi realizado no Estado do Rio de Janeiro, em área urbana, *Campus* I da Universidade Iguaçu – UNIG, localizada no município de Nova Iguaçu; em uma área rural, Estação W. O. Neitz – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, localizada no Município de Seropédica; e em uma área florestada, Unidade de Conservação da Reserva Biológica do Tinguá (REBIO – Tinguá) – área do Rio D'Ouro, localizada no município de Nova Iguaçu.

Em cada armadilha foram colocadas aproximadamente 150 gramas de vísceras

frescas de frango, que eram retiradas após a exposição durante sete dias, quando então eram recolhidos os insetos aprisionados.

A identificação dos espécimes foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico binocular, marca Nikon, modelo SMZ-U, utilizando chaves dicotômicas, segundo Carvalho & Ribeiro (2000) e Mello (2003), para a identificação de dípteros, no laboratório de Microbiologia e Parasitologia e de Zoologia da Universidade Iguazu – UNIG.

O Índice de Sinantropia foi calculado a partir da fórmula de Nuorteva (1963)

$$IS = \frac{2a + b - 2c}{2}$$

onde: a= percentagem de uma determinada espécie coletada na zona urbana em relação a esta mesma espécie, coletada na zona rural e zona florestada; b= percentagem da mesma espécie coletada na zona rural; c= percentagem da mesma espécie coletada na zona florestada, com base nos resultados de Ferreira (1978) de acordo com o esquema mostrado na figura 1.

3. Resultados

Foram capturados 31.480 espécimes de califorídeos, sendo 45,87% machos e 54,13% fêmeas, pertencentes a três subfamílias: Chrysomyinae, Calliphorinae e Mesembrinellinae, assim distribuídos: *Chrysomya megacephala* (9.028♀ e 8.112♂), *C. putoria* (1.863♀ e 1.655♂), *C. albiceps* (2.504♀ e 1.788♂), *Phaenicia eximia* (Wiedemann, 1819) (1.034♀ e 823♂), *P. cuprina* (201♀ e 137♂), *P. sericata* (29♀ e 13♂), *Cochliomyia macellaria* (1.606♀ e 1.246♂), *C. hominivorax* (93♀ e 75♂), *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805) (152♀ e

101♂), *H. semidiaphana* (Rondani, 1850) (228♀ e 214♂), *Chloroprocta idioidea* (Robineu-Desvoidy, 1830) (15♀ e 14♂), *Mesembrinella bellardiana* (Aldrich, 1922) (209♀ e 180♂). *Eumesembrinella sp.* (Townsend, 1931) foi a única espécie em que o número de machos (83) foi maior que o número de fêmeas (77).

Chrysomya albiceps (3) possui preferência por áreas habitadas, pois apresentou o maior Índice de Sinantropia (+41,7), o mesmo ocorreu com *C. megacephala* (1) (+33,01), *C. putoria* (2) (+25,1), *C. hominivorax* (7) (+24,1), *C. macellaria* (6) (+21,14), *P. cuprina* (5) (+18,78), *P. eximia* (4) (-9,67). Entretanto, *H. segmentaria* (8), *H. semidiaphana* (9), *M. bellardiana* (10), *Eumesembrinella sp* (11), *C. idioidea*, (12) *P. sericata* (13) demonstraram não ser sinantrópicas (-100) (Figura 2).

4. Discussão

Chrysomya megacephala foi a espécie capturada em maior quantidade, com 17.140 exemplares (54,45%), sendo encontrada nos três ambientes estudados: 6.909 exemplares na área urbana (62,38%), 5988 na área rural (53,23%) e 4.243 na área de floresta (46,35%). O seu Índice de Sinantropia de *C. megacephala* indicou preferência por áreas habitadas pelo homem, diferindo dos resultados obtidos por Ferreira (1983) em que não foi coletado nenhum espécime neste ambiente. O mesmo observaram Ferreira & Barbola (1998).

D'Almeida & Lopes (1983) consideraram *C. megacephala* sinantrópica concordando com o presente trabalho, pois foi a espécie mais freqüente, com 6.948 moscas, correspondendo a 44,44% dos califorídeos, sendo 60,12% na área urbana, corroborando os achados neste trabalho com 6.909 exemplares na área urbana (62,38%).

A segunda espécie mais encontrada neste estudo foi *C. albiceps* com 4.292 espécimes (13,63%). Na área urbana foram capturados 1.645 exemplares (14,85%) corroborando os achados de Oliveira *et al.* (1999), que também encontrou esta espécie em segundo lugar com 3.460 exemplares. D'Almeida & Lopes (1983) obtiveram 2.952 espécimes coletados, sendo a segunda mais abundante apresentando alto Índice de Sinantropia (IS= +26,4) corroborando o presente trabalho com (IS= +41,7), classificada como espécie que tem preferência por áreas habitadas. Entretanto, nos estudos realizados por Ferreira & Barbola (1998), esta espécie ficou em terceiro lugar com 328 exemplares e Índice de Sinantropia igual a +1,98, tendo independência por áreas habitadas. Lopes (2000), encontrou esta espécie como a quarta mais capturada, com 194 exemplares, coincidindo com os resultados do presente trabalho em relação às suas conclusões sobre sinantropia e à predominância em zona urbana. Entretanto foi na área rural que ocorreu a maior frequência desta espécie (16,54%), na área urbana (14,85%) e na área de floresta (8,58%), porém os resultados de Carraro & Milward-de-Azevedo (1999), também coincidem, pois foi a segunda espécie mais frequente.

A terceira espécie mais frequente foi *C. putoria* (= *C. chloropyga*) com um total de 3.518 exemplares (11,18%), sendo mais frequente na área urbana com 1.269 exemplares (11,46%), na área rural com 1.242 (11,04%) e por último a área de floresta com 1.007 exemplares (11%). Estudos realizados por Ferreira (1983), revelaram ter esta espécie alta preferência por áreas habitadas com Índice de Sinantropia igual a +88. Resultados que diferem dos achados por D'Almeida e Lopes (1983), em que o Índice de Sinantropia desta espécie foi igual a +57,37 e no presente estudo foi de +25,1, ambos resultados

determinaram que a espécie tem preferência por áreas habitadas pelo homem. Entretanto, Ferreira & Barbola (1998), coletaram apenas dois indivíduos, não determinando o seu Índice de Sinantropia. Segundo Ferreira (1983) *C. putoria* é uma espécie altamente sinantrópica, vivendo em áreas densamente povoadas pelo homem.

A quarta espécie mais frequente foi *C. macellaria* com 2.852 exemplares, com frequência absoluta de 9,06%. Sendo que foi na área rural a sua maior frequência com 1.290 espécimes capturados (11,47%), seguida da área de floresta com 802 (8,76%) e por último urbana com 760 exemplares (6,86%). *C. macellaria*, segundo a metodologia utilizada no presente trabalho, foi classificada, de acordo com o Índice de Sinantropia, como uma espécie que tem preferência por áreas habitadas (IS= +21,14). Foi a oitava espécie mais abundante nos estudos de Ferreira & Barbola (1998), não sendo determinado o seu Índice de Sinantropia. Entretanto, Ferreira (1983) determinou que esta espécie tem preferência por áreas habitadas (IS= +48), resultados que são confirmados pelo presente estudo.

Phaenicia eximia foi a quinta mais frequente com 1.857 exemplares capturados (5,90%), sendo que na área de floresta ocorreu em maior quantidade, com 861 espécimes (9,4%), seguida da área rural com 629 (5,59%) e, por último, a área urbana com 367 espécimes capturados (3,31%). Esta espécie, segundo Ferreira (1983), tem preferência por áreas habitadas, resultados que diferem do presente trabalho, pois o Índice de Sinantropia foi igual a -9,67, representando uma espécie que tem preferência por áreas desabitadas. Também D'Almeida e Lopes (1983) e Ferreira (1983), obtiveram resultados semelhantes aos de Ferreira (1978), pois trata-se de uma espécie que tem preferência por áreas habitadas com Índices de Sinantropia iguais a +65,26 e +43,

respectivamente. Ainda Ferreira (1983), no segundo período de sua pesquisa, determinou o Índice de Sinantropia para *P. eximia* igual a +12, sendo a espécie independente por áreas habitadas pelo homem.

A sexta espécie mais freqüente foi *H. semidiaphana* (= *H. flavifacies*) com 442 espécimes capturados (1,40%) sendo encontrada apenas na área de floresta (4,82%), resultados que coincidem com os de Rodrigues-Guimarães *et al.* (2000 e 2004), pois trata-se de uma espécie assinantrópica, essencialmente neotropical, prevalecendo em áreas florestais (D'Almeida & Lopes, 1983), dados que diferem com os de Ferreira & Barbola (1983), que demonstram, ser esta espécie adaptada à eubiocenose, apesar do Índice de Sinantropia ter sido igual a -61. No entanto, esta espécie também ocorre em área urbana. Segundo Marinho (2002), esta espécie foi a segunda mais encontrada com 23,6% dos Calliphoridae capturados. Rodrigues-Guimarães *et al.*, (2001) capturaram 60 exemplares desta espécie sendo a oitava espécie encontrada em número de exemplares. Paraluppi (1996), capturou esta espécie com pouca freqüência, totalizando menos de 0,5% das moscas coletadas, diferindo dos resultados obtidos neste estudo, pois na área de floresta foram coletados 442 espécimes (1,40%) com Índice de Sinantropia igual -100. Também Ferreira (1983), classificou esta espécie como assinantrópica, evitando completamente áreas habitadas, apresentando Índice de Sinantropia igual a -93,8 e -100, respectivamente, no primeiro e segundo período da pesquisa.

Mesembrinella bellardiana foi a sétima espécie capturada durante o presente estudo totalizando 389 exemplares com freqüência relativa 1,24%. Sendo apenas encontrada na área florestada (4,25%), trata-se de uma espécie assinantrópica (IS= -100). Também D'Almeida e Lopes (1983), verificaram, para

esta espécie, Índice de Sinantropia igual a -100, demonstrando total aversão por locais habitados pelo homem. Resultados que coincidem com os de Mello (1967), que afirmou estarem os mesembrinelíneos estarem restritos a florestas úmidas e densas.

A oitava espécie capturada em relação a freqüência foi *P. cuprina* com 338 exemplares (1,07%) sendo sua maior ocorrência na área rural com 153 exemplares capturados (1,36%), seguida da área de floresta com 99 exemplares (1,1%) e, finalmente, na área urbana com 86 exemplares (0,78%). Esta espécie apresentou Índice de Sinantropia igual a +18,78 sendo independente de áreas habitadas, resultados que diferem de D'Almeida e Lopes (1983) em que esta espécie alcançou o Índice de Sinantropia de +89,39, demonstrando alta preferência por locais habitados pelo homem. Entretanto, Ferreira & Barbola (1998) não determinaram o Índice de Sinantropia desta espécie por não estar entre as seis mais abundantes nos resultados dos seus estudos.

Hemilucilia segmentaria foi a nona espécie, em relação à freqüência relativa, encontrada no estudo. Esta espécie foi encontrada apenas na área de floresta com 253 exemplares (2,77%) corroborando os achados de autores que realizaram levantamentos em áreas de florestas. É uma espécie, segundo a metodologia utilizada, assinantrópica (-100), resultado que confirma os de Ferreira (1983) e Ferreira & Barbola (1998), que determinaram o Índice de Sinantropia para esta espécie igual a -100. Porém, D'Almeida & Lopes (1983) encontraram esta espécie com alta freqüência na área urbana (40,16%), contrastando com os resultados do presente estudo.

Cochliomyia hominivorax foi a décima espécie encontrada, em relação à freqüência, com 168 exemplares (0,53%) sendo que na área rural esta espécie foi mais freqüente com 87 espécimes capturados (0,77%),

seguida da área florestada com 42 exemplares (0,46%) e finalmente na área urbana com 39 exemplares (0,35%). O Índice de Sinantropia desta espécie foi de +24,1 tendo esta espécie, segundo Ferreira (1978), preferência por áreas habitadas, apesar de não ter sido capturada naquele estudo.

Eumesebrinella sp., décima primeira espécie encontrada em relação à frequência, foi capturada apenas na região de floresta, com Índice de Sinantropia igual a -100, e 160 espécimes capturados (1,74%). A frequência relativa em relação ao total de espécimes capturados foi de 0,51%. É um gênero encontrado, segundo a literatura pesquisada, apenas em áreas de floresta. Entretanto, Ferreira (1978), D'Almeida & Lopes (1983), Ferreira (1983), Santos (1995) e Ferreira & Barbola (1998) não registraram a presença deste gênero em seus estudos.

Phaenicia sericata foi a décima segunda espécie encontrada com 42 exemplares (0,13%), apenas na área de floresta (0,45%). No presente estudo esta espécie obteve o Índice de Sinantropia igual a -100, representando uma espécie que possui completa ausência em áreas habitadas. Estes resultados contrastam os de Ferreira (1983), pois no período de estudo do referido autor, esta espécie foi classificada como a que tem preferência por áreas habitadas (IS= +28). Também não confirmam os resultados de D'Almeida & Lopes (1983) que determinaram ter esta espécie alta preferência por áreas densamente habitadas (IS= +90,71).

A espécie com menor frequência foi *C. idioidea* também encontrada apenas na área de floresta com 29 exemplares (0,32%) e 0,09% do total de dípteros capturados tendo esta espécie completa ausência em áreas habitadas (IS= -100). Esta espécie foi relatada por Marinho (2002) com 4,9% das espécies capturadas, sendo a quinta espécie

em frequência relativa. Santos (1995) capturou 76 exemplares, corroborando os resultados do presente trabalho. Paraluppi (1996) coletou 1.667 exemplares, sendo a terceira espécie encontrada, podendo, esses resultados, sugerir que esta espécie, segundo a literatura pesquisada, pode ser classificada como uma espécie que tem preferência por áreas desabitadas.

5. Conclusões

- A abundância das espécies foi maior nas estações de clima quente;
- As populações de califorídeos nos três ecótopos são iguais estatisticamente;
- *Chrysomya albiceps* foi a espécie que apresentou o maior Índice de Sinantropia;
- As espécies *C. megacephala*, *C. albiceps*, *C. putoria*, *P. eximia*, *P. cuprina*, *C. macellaria* e *C. hominivorax* são sinantrópicas e *C. idioidea*, *H. semidiaphana*, *H. segmentaria*, *P. sericata*, *M. bellardiana* e *Eumesebrinella* sp. são assinantrópicas.

Agradecimentos

Aos discentes do curso de Ciências Biológicas da Universidade Iguazu - UNIG Valmir Libório de Almeida e Horácio de Souza Paiva pela triagem do material.

Referências bibliográficas

- [1] ASGARI, S.; HARDY J. R.; SINCLAIR R. G. & COOKE B. D. 1998. Field evidence for mechanical transmission of rabbit haemorrhagic disease virus (RHDV) by flies (Diptera: Calliphoridae) among wild rabbits in Australia. *Virus Research*, 54(2):123-32.
- [2] AVANCINI, R. M. P. 1988. The influence of non-protein diet on ovarian development in *Chrysomya putoria* (

- Diptera, Calliphoridae). Revista Brasileira de Entomologia, 32(2):103-105.
- [3] BAUMGARTNER, D. L. 1988. Spread of introduced *Chrysomya* blowflies (Diptera, Calliphoridae) in the Neotropic with records new to Venezuela. *Biotropica*, 20:167-68.
- [4] BRAACK, L. E. O. & DE-VOS, V. 1960. Feeding habits and flight range of blowflies (*Chrysomya spp.*) in relation to anthrax transmission in the Kruger National Park, South Africa. *The Onderstepoort Journal Veterinary Research*, 57(2):141-42.
- [5] BRISTOW, G. A.; BERLAND, B. & FOSSAA, S. A. 1990. A first case of myiasis in fish. *Journal of Parasitology*, 76(2):256-57.
- [6] CARRARO, V. M. & MILWARD-DE-AZEVEDO, E. M. V. 1999. Quantitative description of calliphorid dipterans captured on the *Campus* of the Federal Rural University of Rio de Janeiro using sardine bait. *Revista Brasileira de Zootecias* 1(1):77-89.
- [7] CARVALHO C. J. B. & RIBEIRO, P. B. 2000. Chave para identificação das espécies de Calliphoridae (Diptera) do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 9(2): 169-173.
- [8] CHO, J. H.; KIM, H. B.; CHO, C. S.; HUH, S. & REE, H. I. 1999. An aural myiasis case in a 54-years-old male farmer in Korea. *Korean Journal of Parasitology*, 37(1):51-3.
- [9] D' ALMEIDA, J. M. & LOPES, H. S. 1983. Sinantropia de dípteros calípratos (Calliphoridae) no Estado do Rio de Janeiro. *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, 6(1):31-38.
- [10] D'ALMEIDA, J. M. & ALMEIDA, J. R. 1998. Tropic niches in calyprate Diptera in Rio de Janeiro, RJ. *Revista Brasileira de Biologia*, 58(4):563-570.
- [11] DAJOZ, J. P. 1983. *Ecologia Geral*. 4ª ed. Petrópolis, Vozes. 472p.
- [12] DANIEL, M.; SRAMOVA, H. & ZALABSKA, E. 1994. *Lucilia sericata* (Diptera:Calliphoridae) causing hospital-acquired myiasis of a traumatic wound. *Journal of Hospital Infection* 28(2): 149-52.
- [13] FERREIRA, M. J. M. 1978. Sinantropia de dípteros muscóides de Curitiba, Paraná, I. Calliphoridae. *Revista Brasileira de Biologia*, 38(2):445-454.
- [14] FERREIRA, M. J. M. & BARBOLA, I. F. 1998. Sinantropia de Califorídeos (Insecta, Diptera) de Curitiba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 58(2): 203-209.
- [15] FERREIRA, M. J. M. 1983. Sinantropia de Calliphoridae (Diptera) em Goiânia, Goiás. *Revista Brasileira de Biologia*, 43(2):199-210.
- [16] FERREIRA, M. M. J. & BARBOLA, I. F. 1998. Sinantropia de califorídeos (Insecta; Diptera) de Curitiba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 58(2):203-9.
- [17] FURLANETTO, S. M. P.; CAMPOS, M. L. C. & HÁRSI, C. M. 1984. Microrganismos Enteropatogênicos em Moscas Africanas Pertencentes ao Gênero *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) no Brasil. *Revista de Microbiologia*, 15(3):170-174.
- [18] GREENBERG, B. 1973. *Biology and Disease Transmission*. Princeton University Press, Princeton, NJ. *Flies and Disease*, 2:740.
- [19] GREENBERG, B. 1971. *Ecology and Biotic Association*, Princeton University Press, Princeton, NJ. *Flies and Disease*, 1:156.
- [20] GREENBERG, B. 1984. Two cases of human caused by *Phaenicia sericata*

- (Diptera: Calliphoridae) in Chicago area hospitals. *Journal of Medical Entomology*, 21(5): 615-16.
- [21] GREGOR, F. D. & POVOLNY, D. 1958. Versuch einer klassifikation der sybnantropen Fliegen. *Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology*. (2):205-216.
- [22] GUIMARÃES, J. H. , PRADO, A. P. & BURALLI, G. M. 1979. Dispersal and distribution of three newly introduced species of *Chrysomya* Robineau-Devoiy in Brazil (Diptera: Calliphoridae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 23(4): 245-255.
- [23] GUIMARÃES, J. H. 1983. Moscas: biologia, ecologia e controle. *Agroquímica Ciba Geigy*, 21:20-26.
- [24] GUIMARÃES, R. G. & RODRIGUES-GUIMARÃES, R. 2003. Armadilha usadas para coleta de dípteros Muscóides (Insecta: Diptera). *Boletim de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 33: 281-283.
- [25] HALL, M. J. 1997. Traumatic myiasis of sheep in Europe: a review. *Parasitologia*, 39(4):409-13.
- [26] HUBALEK, Z. & HALAUZKA, J. 1991. Persistence of *Clostridium botulinum* type C toxin in blow fly (Calliphoridae) larvae as a possible cause of botulism in spring. *Journal of Wildlife Diseases*, 27(1):81-85.
- [27] KHAN, M. A. J. & KHAN, R. J. 1985. A case of urogenital myiasis of infant caused by maggots of the black blow-fly, *Phormia regina* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae), in Karachi, Pakistan. *Asian Medical Journal*, 28(1):45-47.
- [28] LIMA, M. L. P. S. & LUZ, E. 1991. Exotic species of *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) as vectors of pathogenic enterobacteria in Curitiba, Paraná, Brasil. *Acta Biologica Paranaense*, 20(1-4):61-83.
- [29] LOPES, S. M. 2000. A influência de vários fatores abióticos na atratividade de dípteros muscóides em lixo urbano exposto. *Entomologia y Vectores*, 7(2): 163-189.
- [30] MADEIRA, N. G.; SILVEIRA, G. A. R. & PAVAN, C. 1989. The occurrence of primary myiasis in cats caused by *Phaenicia eximia* (Diptera: Calliphoridae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 84(4):341.
- [31] MARILUIS, J. C.; LAGAR, M. C. & BELLEGARDE, E. J. 1989. Dissemination of enteroparasites by Calliphoridae (Insecta, Diptera). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 84(4)349-51.
- [32] MARINHO, C. R. 2002. Diversidade de Califorídeos (Diptera) na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Iguaçu. 68p.
- [33] MAZZA, S. & JORG, M. E. 1939. *Cochliomyia hominivorax = americana*, C. Y. P. Estúdio de sus larvas y consideraciones sobre miiases. *In: Investigaciones sobre dípteros Argentinos. I. Miiases*. *Revista da Sociedade Entomológica Argentina*. 41:112-164.
- [34] MEHR, Z.; POWERS, N. R. & KONKOL, K. A. 1991. Myiasis in a wounded soldier returning from Panama. *Journal of Medical Entomology*, 28(4):553-54.
- [36] MELLO, R. P. 2003. Chave para identificação das formas adultas das espécies da família Calliphoridae (Diptera, Brachycera, Cyclorrhapha) encontradas no Brasil. *Entomologia y Vectores*, 10(2): 255-268.
- [37] MELLO, R. P. 1967. Contribuição ao estudo dos mesembrinelíneos sul-americanos (Diptera, Calliphoridae). *Studia Entomológica*, 10: 1-80.

- [38] MENDES, I. & LINHARES, A. X. 1993. Selective attractiveness and stages of ovarian development in several synanthropic blowfly species (Diptera: Calliphoridae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 37(1):157-166.
- [39] NUORTEVA, P. 1963. Synanthropy of blowflies (Dpt., Calliphoridae) in Finland. *Annales Entomologici Fennici*, 29:1-49.
- [40] OLIVEIRA, V. C.; D' ALMEIDA, J. M.; SANTOS, M. J. P. & SANAVRIA, A. 1999. Dinâmica populacional dos dípteros Calliphoridae na Fundação Rio-Zoo, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Entomologia y Vectores*, 6(3):264-276.
- [41] PARALUPPI, N. D. & CASTELLÓN, E. G. 1994. Calliphoridae (Diptera) in Manaus, Amazonas. II. Flight activity pattern in five species. *Revista Brasileira de Zoologia*, 10(4):665-672.
- [42] PARALUPPI, N. D. & LINHARES, A. X. 1995. Calliphoridae (Diptera) in Manaus: III. Selective attractiveness of different baits in relation to ovarian development in three species of *Chrysomya* Robineu-Desvoidy. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, 39(1):121-124.
- [43] PARALUPPI, N. D. 1996. Calliphoridae (Diptera) da Bacia do Alto Urucu, Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 13(3):553-559.
- [45] PETERS, H. 1960. Über den Begriff der Synanthropie. *Angewandte Zoologie*, 47:35-42.
- [46] PIANKA, E. R. 1970. On r and k selection. *American Naturalist*, 104:592-597.
- [47] POVOLNY, D. 1971. Synanthropy in: Greenberg, B. *Flies and Diseases: Ecology, classification, and biotic associations*. Princeton University Press. New Jersey, 1:17-54.
- [48] PRADO, A. P. & GUIMARÃES, J. H. 1982. Estado atual de dispersão e distribuição do gênero *Chrysomya* (Robineu-Desvoidy) na Região Neotropical (Diptera, Calliphoridae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 26(3-4):225-31.
- [49] PRINCE, P. W. & WALDBAUER, G. P. 1975. Ecological aspect of pest management. In: Metcalf, R. L. & Luckmann, W. H. (eds). *Introduction to insect pest management*. New York, John Wiley & Sons. 587p.
- [50] RAWLINS, S. C. & BARNETT, D. B. 1983. Internal human myiasis. *West Indian Medical Journal*, 32(3):184-85.
- [51] REY, L. 1991. *Parasitologia*. 2ª edição, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 731p.
- [52] RODRIGUES- GUIMARÃES, R.; MOYABORJA, G. E.; PILE, E. A.; GUIMARÃES, R. R. & SAMPAIO, F. R. 2004. Constancy coefficient of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brazil. *Boletim de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 35: 251-255.
- [53] RODRIGUES, W. C. 2005. DivEs - Diversidade de espécies. Versão 2.0. Software e Guia do Usuário. Disponível em: <<http://www.ebras.vbweb.com.br>>. Acesso em: 02 nov., 2005.
- [54] RODRIGUES-GUIMARÃES, R.; GUIMARÃES, R. R.; PILE, E. A. M.; NORBERG, A. N. & QUEIROZ, M. M. C. 2001. Ocorrência de dípteros califorídeos (Diptera: Calliphoridae) no Campus I da Universidade Iguaçu – UNIG, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil. *Entomologia y Vectores*, 8(2):245-260.
- [55] RODRIGUES-GUIMARÃES, R.; GUIMARÃES, R. R.; QUEIROZ, M. M. C.;

- PILE, E. A. M.; DUTRA, A. E. A. & SERRA-FREIRE, N. M. 2000. Ocorrência de dípteros califorídeos (Diptera: Calliphoridae) na Campo de Instrução do Gericinó – Nilópolis, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista de Ciências Biológicas e da Saúde*, 1(1):67-71.
- [56] SANTOS, A. R. 1995. Contribuição ao conhecimento da Família Calliphoridae (Diptera: Cyclorrhapha) na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro. Monografia para Obtenção do Título de Especialista em Entomologia. FIOCRUZ. 28p.
- [57] VIANNA, E. E. S.; BRUM, J. G. W.; RIBEIRO, P. B.; BERNE, M. E. A. & SILVEIRA, P. JR. 1998. Synanthropy of calliphoridae (Diptera) in Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 7(2):141-47.
- [58] VIANNA, E. E. S.; COSTA, P. R. P.; FERNANDES, A. L. & RIBEIRO, P. B. 2004. Abundância e flutuação das espécies de *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) em Pelotas, Rio de Grande do Sul. *Lheringia Serie Zoologia*, 94(3): 231-234.
- [59] WOBESER, G. & GALMUT, E. A. 1984. Rate of digestion of blowfly by ducks. *Journal Wildlife. Diseases*, 20(2):154-55.
- [60] ZUMPT, F. & PATTERSON, P. M. 1952. Flies visiting human faeces and carcasses Johannesburg, Transvaal. *South African Journal of Clinical Science*, 3: 92-106.

Abstract

From the dipterans of medic-sanitary interest, the blowfly families Calliphoridae and Sarcophagidae stand out. They are insects of importance in Public Health, because the adults are vectors of pathogens and their larvae attack both man and domestic animals. The capture was carried out through traps, baited with cool chicken viscera e, in three distinct ecotopes (rural, urban and forest). 31.480 Calliphorid dipterans were captured: Chrysomya megacephala (54,45%), C. putoria (11,18%), C. albiceps (13,63%), Phaenicia eximia (5,90%), P. cuprina (1,07%), Cochliomyia macellaria would (9,06%), C. hominivorax (0,53%), Hemilucilia segmentaria would (0,80%), H. semidiaphana (1,40%), Mesembrinella bellardiana (1,24%), Eumesembrinella sp. (0,51%), Chloroprocta idioidea (0,09%) and P. sericata (0,13%). The Synanthropy Index of the species captured between the autumn of the 2002 and summer of 2004 was determined. C. albiceps has shown the highest Synanthropy Index (IS = + 41,7) which conferred the preference for inhabited areas to this species. Also C. megacephala (IS = +33.01), C. putoria (IS = +25.1), C. hominivorax (IS = +24.1), C. macellaria would (IS = +21,14), P. cuprina (IS = +18,78), P. eximia (-9,67) species with preference for inhabited areas and finally H. segmentaria, H. semidiaphana, M. bellardiana, Eumesembrinella sp., C. idioidea, P. sericata all pertaining to the group, according to data, that have complete absence in man-inhabited areas (IS = -100).

Keywords: Blowflies, Cyclorrhapha, Muscoids, Rio de Janeiro, Synanthropy Index

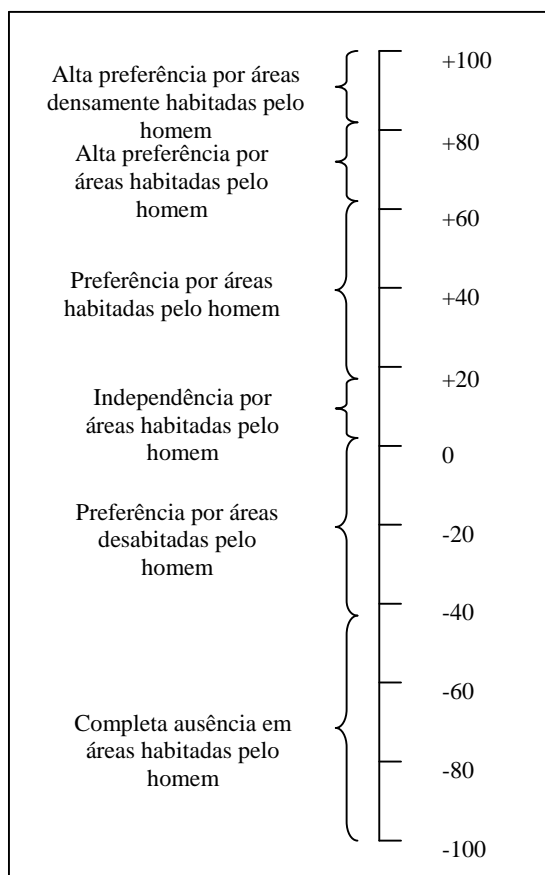


Figura 1 – Esquema representando a variação do Índice de Sinantropia, segundo Ferreira (1978).

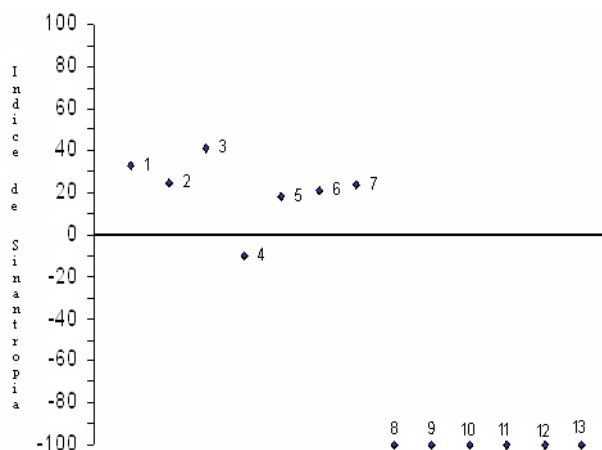


Figura 2: Índice de Sinantropia dos califórídeos capturados nos ecótipos, rural, urbano e florestal, entre o outono de 2002 e o verão de 2004, nos Municípios de Nova Iguaçu e Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Minimização do Consumo de Água: o caso de uma refinaria de petróleo

C.M.Higa¹, B.E.P.C.Delgado¹, E.M.Queiroz¹, F. L. P. Pessoa¹

¹Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia, Bloco E, Escola de Química, sala 209, Av. Athos da Silveira Ramos, 149, Ed. do Centro de Tecnologia, Bloco E, Sala 201, Cidade Universitária, CEP: 21941-909, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
tel:+552125627603email: pessoa@eq.ufrj.br

Resumo

Atualmente a água está se tornando um recurso valioso devido sua iminente escassez. Conseqüentemente torna-se necessário controlar o seu uso. A contaminação da água pode reduzir sua disponibilidade, principalmente a água subterrânea. Legislações específicas têm sido elaboradas, e o reúso de água tornou-se prática constante nas indústrias. Metodologias têm sido propostas com objetivo de minimizar o consumo de água. Neste trabalho, o procedimento algorítmico heurístico Diagrama de Fontes de Água (DFA) foi aplicado para determinar metas para o mínimo consumo de água em uma refinaria de petróleo brasileira em situações envolvendo a presença de múltiplos contaminantes através do reúso e reciclo de correntes de água e de efluentes. Este estudo refere-se ao sistema de utilidades de uma refinaria de petróleo devido ao seu grande consumo de água, em torno de 90% do consumo total. O sistema consiste de uma estação de tratamento de água, sistema de geração de vapor, craqueamento catalítico, torres de resfriamento, dessalinização e estação de tratamento final de efluentes. No problema, são considerados três contaminantes (cloretos, amônia, fenol) e pH como parâmetro de controle. O presente trabalho estudou a possibilidade de regeneração de efluentes para reúso ou reciclo dentro da planta. O novo fluxograma proposto com a regeneração apresentou redução no consumo de água de 163,5 t/h para 155,4 t/h, o que representa 4,95%. A análise econômica realizada com base em dados extraídos da literatura, mostrou uma redução no custo anual total de 1,2% ou US\$85,2 mil/ano. O resultado demonstrou a aplicação da metodologia DFA na indústria.

Palavras-chave: máximo reúso, regeneração e reúso, minimização de efluentes, refinaria de petróleo.

1. Introdução

Refinarias de petróleo apresentam grande consumo de água. Em torno de 90% da vazão de água captada são utilizados em sistemas de resfriamento e 10% no processo e outras atividades. A legislação para controle da qualidade e vazão de descarte de efluentes está cada vez mais rigorosa a fim de manter a qualidade dos recursos hídricos. Assim, as indústrias têm procurado reduzir a vazão de efluente gerada através do reúso e

da regeneração e reúso de água. Este objetivo pode ser atingido por meio de diversos procedimentos, mas os métodos algorítmicos são mais fáceis de serem aplicados por engenheiros de processo.

O sistema de utilidades, objeto deste estudo, é dotado das seguintes unidades: Estação de Tratamento de Despejos Industriais (ETDI), Estação de tratamento de água (ETA), Sistema de Geração de Vapor (SGV) com cinco caldeiras de média pressão e sistema elétrico, com destaque para a co-

geração, com capacidade de gerar 6 MW. O consumo de água em tempo seco é em média de 150 t/h, sendo cerca de 40% desta água destinada aos processos de geração de vapor, craqueamento catalítico e dessalgação de petróleo.

O objetivo deste estudo é mostrar a metodologia do Diagrama de Fontes de Água (DFA) como opção de máximo reúso, em desenvolvimento na UFRJ, aplicada à rede de água de uma refinaria de petróleo e, através dela, propor modificações no fluxograma de água de processo de modo a ter um mínimo de consumo de água. Essa redução será feita considerando as limitações de entrada de contaminantes e de vazões e as oportunidades de reúso e/ou reciclagem interna de água.

Além disso, deseja-se eliminar o consumo de água bruta no processo de dessalgação. Com as modificações propostas espera-se obter as seguintes vantagens sobre o fluxograma existente: i) reduzir no consumo de energia usada para bombear água bruta captada para o tanque de armazenamento em terra; ii) reduzir no consumo de produtos químicos tanto na ETDI como na ETA; iii) Prover a ETDI de maior confiabilidade operacional pela redução do volume a ser tratado e assim dar melhor flexibilidade à produção de óleo diesel e asfaltos.

2. Revisão da literatura

Wang e Smith [1] estenderam o procedimento da Tecnologia do Ponto de Estrangulamento (Tecnologia *Pinch*) para a Integração Mássica e usando o conceito de curva composta limite (curva composta de operações e curva limite de vazão de água) e transferência vertical, estimaram metas para o consumo mínimo de água em sistemas com um contaminante e múltiplos contaminantes. Posteriormente, Wang e

Smith [2] apresentaram uma extensão da metodologia, considerando correntes com restrição de vazão, perdas de vazão ao longo do processo e múltiplas fontes de água. Conceitos de reciclo local de vazão e de divisão de operações foram introduzidos. O método de Wang e Smith [1] não é adequado a todas as situações. Um exemplo é a falha em determinar a meta de consumo mínimo de água quando são introduzidos processos de regeneração, devido ao deslocamento da concentração *pinch*. Outro problema deste método é a necessidade de dividir operações para atender a meta de consumo mínimo de água. Esta divisão é impossível de ser realizada em situações práticas. Além disso, o procedimento torna-se muito complexo quando múltiplos contaminantes estão presentes.

Visando transpor os problemas relacionados ao método de Wang e Smith [1], Castro *et al.* [3] propuseram um procedimento baseado em grades de concentração no qual a meta de consumo mínimo de água e a síntese da rede de operações que usam água são obtidas simultaneamente. O procedimento foi aplicado em sistemas com um contaminante e considerou o reúso como única alternativa para reduzir a vazão de efluentes líquidos. Um algoritmo para obtenção de metas de consumo de água considerando regeneração e reúso também foi apresentado, porém resultou na proposta de divisão de operações na rede final.

Gómez *et al.* [4] desenvolveram um procedimento algorítmico que pode ser resolvido manualmente baseado na construção de grades de concentração e nas propostas de Wang e Smith (1994) e de Castro *et al.* [3]. Após o consumo mínimo de água ser determinado pelo método gráfico de Wang e Smith [1], o método requer que seja construída uma grade de concentração utilizando concentrações máximas de

entrada e saída. Todos processos são alocados nesta grade e são calculadas as vazões de água nos intervalos de cada processo, priorizando o uso de água proveniente da própria operação e depois o reúso de água proveniente de outras operações ou outras fontes externas de água. Ao final, as vazões utilizadas em todos os intervalos de uma mesma operação são somadas. O método torna-se trabalhoso se forem consideradas as muitas operações.

O procedimento algorítmico Diagrama de Fontes de Água (DFA) proposto por Gomes *et al.* [5] pode ser considerado como um aperfeiçoamento dos procedimentos de Castro *et al.* [3] e de Gómez *et al.* [4]. O DFA consiste na representação das concentrações das operações de entrada e saída em intervalos e utiliza regras heurísticas para o cálculo de vazões que atendam a transferência de massa em cada intervalo. O procedimento algorítmico DFA é capaz de considerar diversas situações como: (i) reúso, (ii) múltiplas fontes de água, (iii) perdas de vazão ao longo do processo, (iv) restrição de vazão, (v) regeneração e reúso e (vi) regeneração e reciclo. O procedimento DFA considera todas restrições propostas por Wang e Smith [2]. Mirre *et al.* [6] apresentou uma extensão do DFA para múltiplos contaminantes. Foi considerada a transferência simultânea de todos em relação a um contaminante de referência e aplicado apenas para máximo reúso.

Gomes *et al.* [5] mostra também a aplicação do DFA em sistemas com múltiplos contaminantes, regeneração, múltiplas fontes de água, perda de vazão e vazões fixas. Foi criada uma representação para considerar a transferência simultânea de todos contaminantes, em relação a um contaminante de referência. Em alguns exemplos o fluxograma final obtido precisa ter alguma vazão corrigida para atender as

concentrações máximas permitidas. Isto indica a necessidade de uma melhor avaliação do método para escolha do contaminante de referência. Além disso, em problemas com regeneração e reúso, todos contaminantes são regenerados até a mesma concentração fixa, como nos outros métodos disponíveis na literatura. A fim de considerar a regeneração diferenciada dos contaminantes, Delgado [7] propôs um novo procedimento para selecionar regeneradores com eficiência diferenciada para cada contaminante. As concentrações de água regenerada são calculadas a partir da eficiência dos regeneradores selecionados. A concentração de água regenerada é inserida no DFA como nova fonte de água externa para reúso ou reciclo. O procedimento DFA e limitações operacionais específicas para a refinaria de petróleo foram aplicados no presente trabalho.

3. Metodologia

A metodologia do DFA foi aplicada em uma refinaria de petróleo. O sistema analisado consistiu de quatro operações com três contaminantes: cloretos (A), amônia (C), fenol (D) e pH (B) como parâmetro de controle. As quatro operações são: (I) sistema de geração de vapor (SGV), (II) sistema de craqueamento catalítico fluido (FCC), (III) torres de resfriamento (TRG) e (IV) dessalgadora, conforme mostra o fluxograma simplificado da Figura 1. As fontes disponíveis de água são: i) água bruta e ii) água desmineralizada proveniente da Estação de Tratamento de água de abastecimento (ETA). Os efluentes da planta são tratados na Estação de Tratamento de Despejos Industriais (ETDI). A Tabela 1 apresenta os dados das operações referentes à vazão (t/h), concentração dos contaminantes na entrada (C_e), concentração

dos contaminantes na saída (C_s) e quantidade de massa trocada (Δm_k).

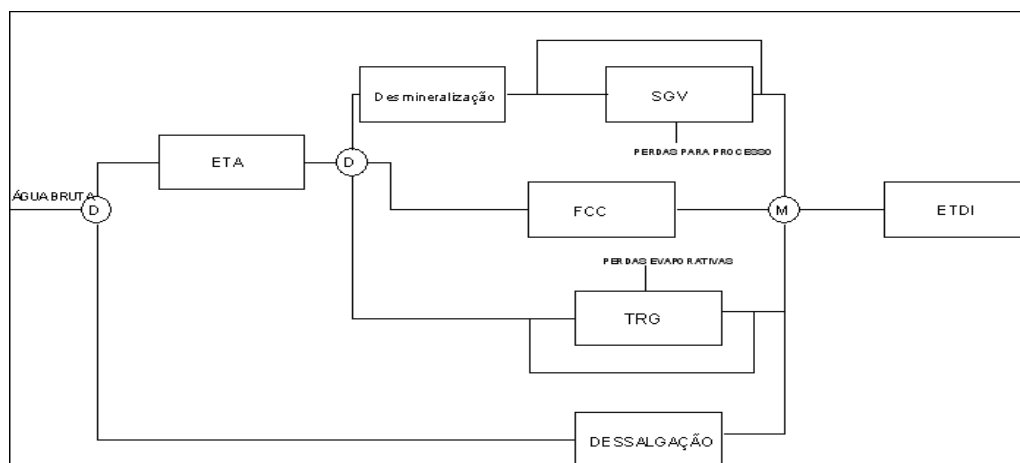


Figura 1 - Fluxograma Simplificado da Refinaria de Petróleo

Tabela 1 – Dados operacionais

Operação	Vazão (t/h)	C_e (ppm)	C_s (ppm)	Δm_k (kg/h)
Água Bruta	163,4	A = 2,1 B = 5,5 C = 0,0 D = 0,0	- - - -	- - - -
ETA	155	A = 2,1 B = 5,5 C = 0,0 D = 0,0	A = 0,5 B = 7,0 C = 0,0 D = 0,0	- - - -
I – SGV	50	A = 0,5 B = 7,0 C = 0,0 D = 0,0	A = 300 B = 10,5 C = 0,0 D = 0,0	1,4975 - 0,0000 0,0000
II – FCC	5	A = 10 B = 7,0 C = 0,5 D = 0,0	A = 50 B = 9,0 C = 600 D = 150	0,2000 - 2,9975 0,7500
III – TRG	100	A = 0,5 B = 7,0 C = 0,0 D = 0,0	A = 8,0 B = 9,0 C = 5,0 D = 0,5	0,1875 - 0,1250 0,1250
IV - Dessalgaçadora	8,4	A = 100 B = 7,0 C = 50 D = 75	A = 1660 B = 8,0 C = 100 D = 5,0	13,1040 - 0,4200 0
V – ETDI	163,4	A = 450 B = 9,0 C = 100 D = 25	A = 100 B = 7,0 C = 5,0 D = 0,0	0 - 0 0

O procedimento Diagrama de Fontes de Água (DFA) é baseado na tecnologia *pinch*, e foi aplicado em problemas, envolvendo múltiplos contaminantes, por Gomes [8]. Em problemas envolvendo múltiplos contaminantes, a rede de transferência de massa de todos os contaminantes ocorre simultaneamente. Quando a rede de transferência de massa é estabelecida apenas para o contaminante de referência, geralmente a concentração limite de entrada é atendida para todos os contaminantes presentes. Para isso é considerado que a transferência simultânea dos contaminantes segue uma determinada razão de concentração em cada operação. No presente trabalho é considerado que a razão de transferência de massa dos contaminantes é linear em cada operação conforme sugerido por Wang e Smith [1]. Isto é, a quantidade transferida entre os contaminantes em cada operação é dada por (1):

$$\frac{\Delta C_{m,k}}{\Delta C_{n,k}} = cte \quad (1)$$

onde k representa a operação e m e n os contaminantes.

Esta razão é utilizada para calcular as novas concentrações para o reúso entre correntes, partindo da concentração do contaminante de referência. Este contaminante deve ter a maior possibilidade de reúso entre operações, isto é, o contaminante de referência para sistemas com regeneração é aquele com menor concentração de entrada nas operações nas quais pode ser realizado o reúso. Se mais de um contaminante satisfaz este critério, então a escolha é baseada na diferença, em cada operação, para cada possível contaminante de referência de acordo com a equação (2):

$$\Delta CR_j = C_{ERj} - C_{ENTj} \quad (2)$$

onde C_{ER} é a concentração do efluente da operação que utiliza água limpa (operação de referência) e C_{ENT} é a concentração de entrada máxima na operação onde a água pode ser reutilizada. O contaminante de referência é aquele com maior valor de ΔCR_j . Embora qualquer contaminante possa ser escolhido como referência, este critério torna o cálculo do DFA mais fácil.

Essas relações devem ser mantidas em cada operação.

As concentrações do contaminante de referência são ordenadas em uma grade de concentrações. Uma operação é escolhida como referência para suprir água para outras operações. A operação de referência deve utilizar apenas água limpa.

Então a quantidade de massa transferida em cada operação em cada intervalo é calculada, em kg/h. A expressão usada no cálculo é dada por (3).

$$\Delta m_{ki} = f_{Lk} (C_{fi} - C_{ii}) \quad (3)$$

onde Δm_{ki} é a quantidade de contaminante a ser transferida na operação k no intervalo i ; f_{Lk} é a vazão na operação k ; C_{fi} é a concentração final do intervalo i , C_{ii} é a concentração inicial do intervalo i ; $k = 1, \dots, N_{op}$; e $i = 1, \dots, N_{int}$, onde N_{op} é o número de operações e N_{int} é o número de intervalos.

Para obter o mínimo consumo de água, três regras devem ser satisfeitas para selecionar a fonte de água a ser utilizada em cada operação em cada intervalo de concentração: i) usar fontes de água externas apenas quando fontes internas não estão disponíveis, ii) transferir a maior quantidade de contaminantes possível dentro do intervalo de concentração, iii) para operações presentes em mais de um intervalo, nos intervalos seguintes, a vazão continua até o final da mesma operação; esta heurística evita divisão de operações [5].

Para aplicar o procedimento DFA, são necessários os seguintes dados de processo: i) identificar operações que utilizam água; ii) balanço hídrico dessas operações (rede de transferência de água); iii) identificar vazão limite das operações; iv) identificar todos contaminantes e suas concentrações; v) identificar fontes de abastecimento de água [7].

4. Resultados

Considerações para escolha do contaminante de referência. O contaminante amônia (C) não pode ser referência porque não está presente na SGV(I). Fenol tem sua concentração reduzida na dessalgação e por isso também não pode ser referência. O parâmetro de controle (pH.) não pode ser referência e será excluído da síntese do DFA. A concentração do pH será ajustada somente no fluxograma final. Assim, o contaminante de referência é cloretos (A). A operação de referência é TGR (III), porque utiliza água proveniente de ETA e possui concentrações de saída menores que o SGV(I).

As principais restrições operacionais com relação aos contaminantes cloretos, amônia, fenol e ao parâmetro pH são:

- A caldeira deverá receber sempre água limpa devido às suas restrições operacionais.
- A concentração de cloretos na entrada da dessalgação deverá ser inferior a 100 ppm para garantir a especificação do petróleo no processo de dessalgação.
- Concentração de amônia na entrada da Estação de Tratamento de Despejos Industriais (ETDI) inferior a 252 ppm para garantir, que quando juntadas outras correntes descartadas no estudo apresentado, a concentração seja inferior a 35 ppm, que é

o limite máximo na entrada para o tratamento.

- O pH da água utilizada na dessaladora deve ser igual a 7, e não mais 5,5, evitando assim problemas de corrosão, entre outros.

- Preferência ao reúso de água da FCC (II) na dessaladora (IV), devido à contaminação do petróleo por fenóis que são removidos em grande parte na dessaladora (IV).

- As vazões das operações SGV(I), FCC(II), TRG(III) e dessaladora(IV) foram consideradas fixas, ou seja, objetivou-se manter a mesma vazão utilizada atualmente na refinaria.

- Evitar o reúso de água da purga de SGV(I) e do seu reciclo de condensado. O reúso da purga de SGV(I) precisaria de tratamento prévio para remoção de sólidos suspensos.

Obedecendo a estas restrições e considerando como referência o contaminante A (cloretos), foram gerados DFA's para os múltiplos contaminantes representados nas Figuras 2 e 3. As concentrações do contaminante de referência foram calculadas conforme Eq (1). As Figuras 2 e 3 mostram duas opções de reúso entre as operações. No DFA da Figura 2, considerou-se o reúso das operações III, II e I na dessaladora (IV).

Entretanto o reúso de água da FCC (II) na dessalgação (IV) não é possível devido a concentração máxima de entrada da amônia. Na Figura 3, não foi permitido o reúso de água da FCC (II) na dessalgação(IV), e a vazão de reúso das operações de TRG (III) e SGV (I) aumentaram.

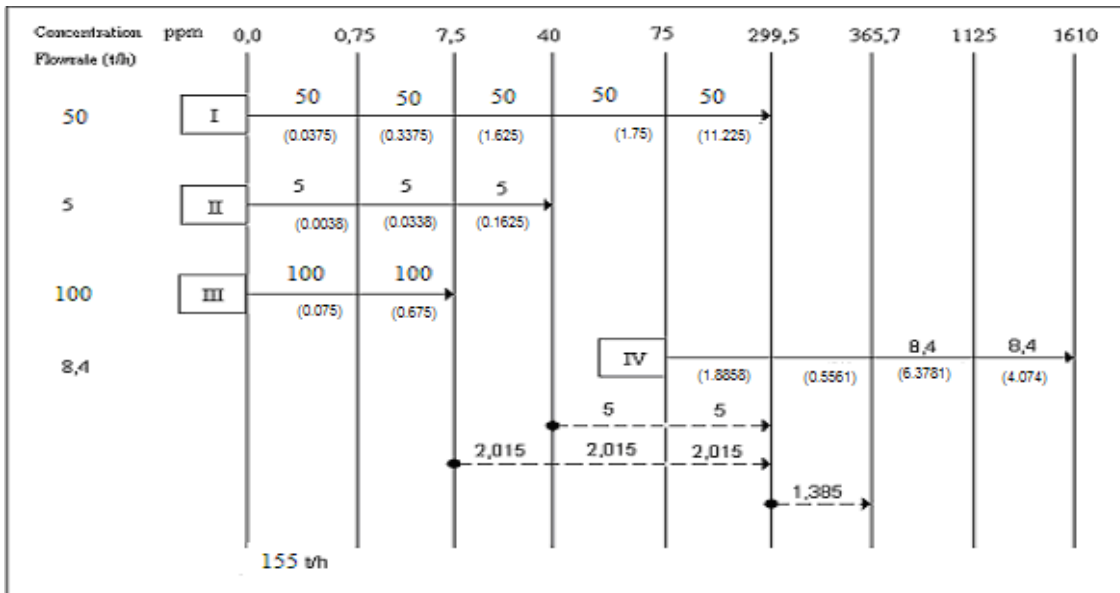


Figura 2 - DFA com reúso das operações TRG(III), FCC(II) e SGV(I) na dessaladora (IV)

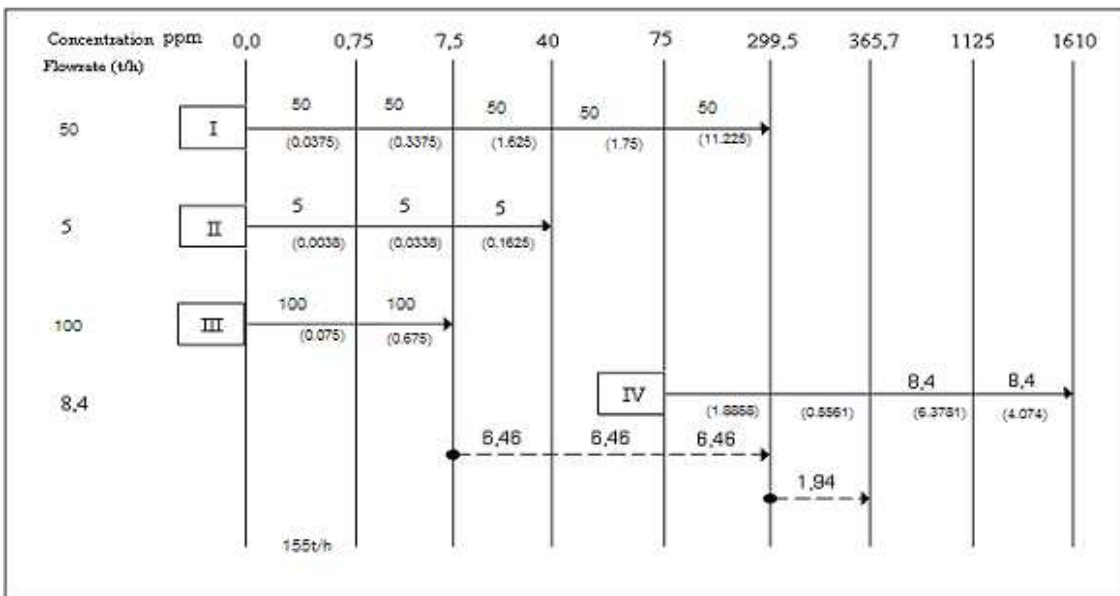


Figura 3 - DFA com reúso da operação TRG(III) e SGV(I) na dessaladora (IV)

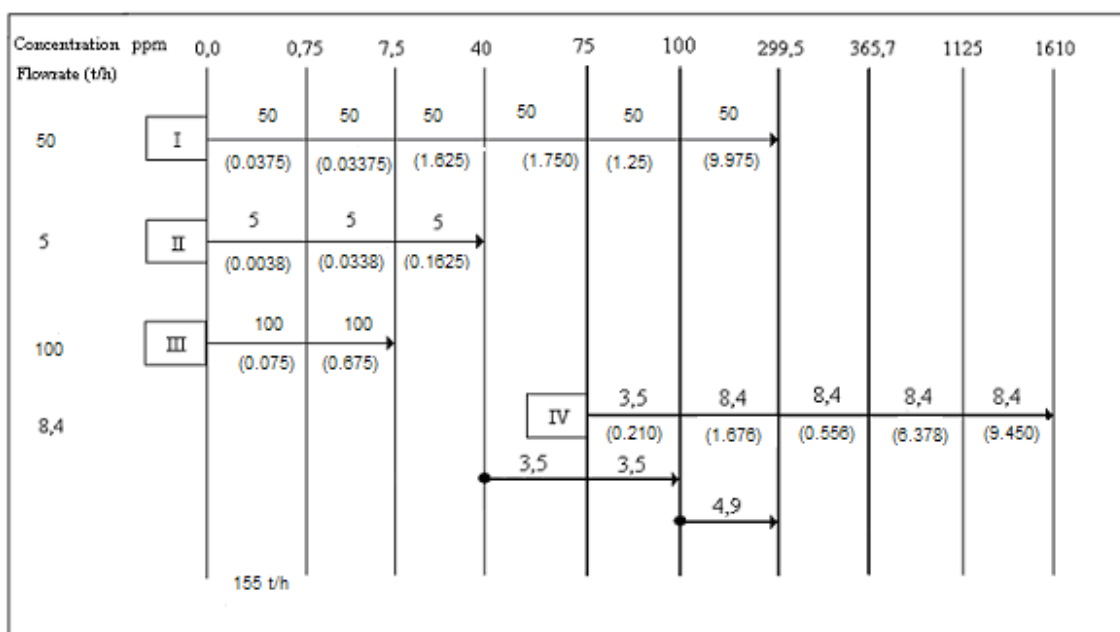


Figura 4 - DFA considerando a ETDI como uma nova fonte de água interna.

As Figuras 5, 6 e 7 mostram os fluxogramas referentes aos DFA's das Figuras 2, 3 e 4 respectivamente. Na Figura 5, seguindo as alternativas propostas no DFA para reúso de água da FCC(II) na dessalgadora(IV), os limites de concentração de entrada e saída de amônia (C) são excedidos, impossibilitando o reúso. Com o objetivo de utilizar toda a água disponível na FCC (II) para a dessalgadora (IV), mas sem exceder o limite de concentração de entrada e saída, optou-se por utilizar um regenerador para o contaminante que estava

inviabilizando o reúso, no caso, a amônia (C).

A Tabela 2 apresenta técnicas de tratamento viáveis para remoção de amônia. A técnica de *stripping* (R) foi escolhida para remoção do contaminante amônia (C) porque tem a maior eficiência e o custo menor que o tratamento com lodos ativados. *Stripping* (R) foi, então, incluída antes da dessalgadora (IV) para reduzir a concentração de amônia, conforme mostra a Figura 5.

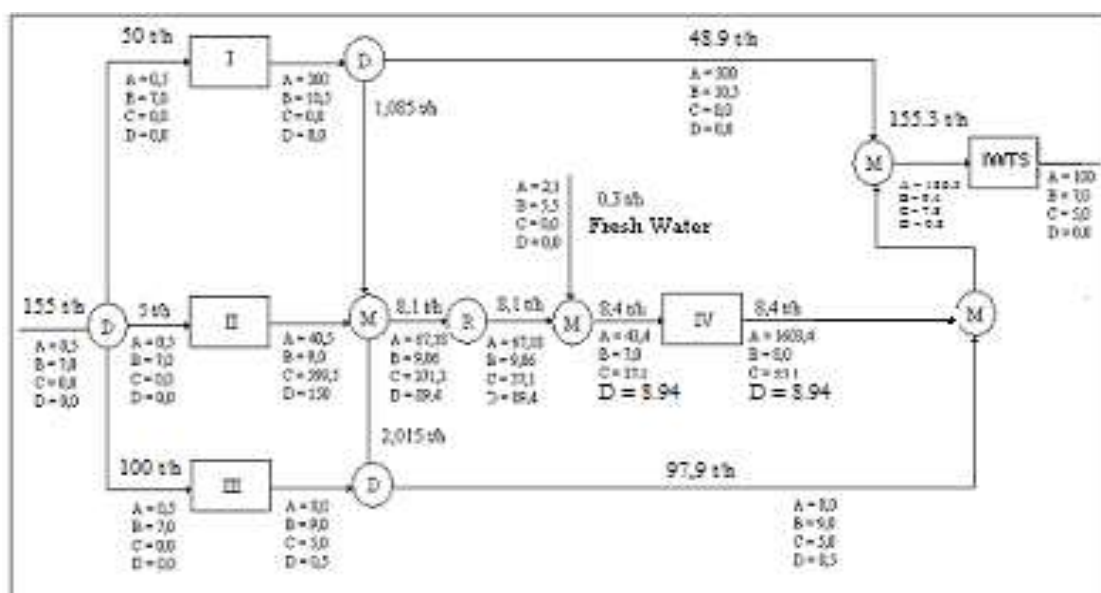


Figura 5 - Fluxograma com reuso das operações FCC(II) e SGV(I) na dessaladora (IV)

Tabela 2 - Tratamento de amônia, eficiência e custo.

Tratamento	Eficiência (%)	Custo (US\$/m ³)
Lodos Ativados	> 90	0,0106 – 0,1321
Coagulação/ Sedimentação/ Floculação	= 25	0,0132 – 0,1320
Filtração após lodos ativados	= 25	0,0053 – 0,0264
Adsorção em carvão	= 30	0,0185 – 0,2642
Stripping	> 90	0,0106 – 0,0660
Osmose inversa	> 50	183,24 – 305,42

Fonte: Doerr et al. [9] e Tchobanoglous [10].

Para adaptação do pH calculado ao especificado para a dessalgação (IV) e para o ajuste das concentrações dos contaminantes é adicionada água bruta, conforme mostra o fluxograma da Figura 5. Como a eficiência do *stripping* (R) está ligada diretamente ao pH alcalino do efluente, este deve ser posicionado antes da adição da água bruta, conforme mostra a

Figura 5. Na Figura 5, a redução na vazão de consumo de água limpa foi de 8,2 t/h ou 5%.

Outras opções para diminuir a quantidade de água proveniente da operação FCC (II) são: i) aumentar a vazão de água limpa para a dessaladora (IV) permitindo assim que haja uma diluição da concentração de amônia da água reusada da FCC (II), ou ii) aumentar a vazão de água reusada da TRG(III) e SGV(I) na dessaladora(IV). Na

Figura 3, o reúso de água proveniente da FCC (II) foi proibido, e a vazão de água reusada das operações TRG(III) e SGV(I) foi aumentado. Na Figura 6 é mostrado o fluxograma sem o reúso da FCC(II) na dessalgadora(IV). A redução da vazão de consumo de água limpa foi de 8,1 t/h (4,95%) conforme mostra a Figura 6. Água limpa também foi adicionada para ajustar o pH da dessalgação (IV) na Figura 6, conforme anteriormente realizado na Figura 5.

Finalmente, é considerada a possibilidade de reciclar água tratada na ETDI para a dessalgação (IV) com o objetivo de reduzir o consumo de água bruta e, conseqüentemente, de água oriunda da ETA. O reúso de água do SGV(I) também é reduzido e o reúso da FCC(II) é priorizado, conforme mostra o fluxograma da Figura 7. A água proveniente da ETDI é considerada uma fonte interna de água. O consumo de água limpa foi reduzido de 163,5 t/h para 155,1 t/h (5,1%).

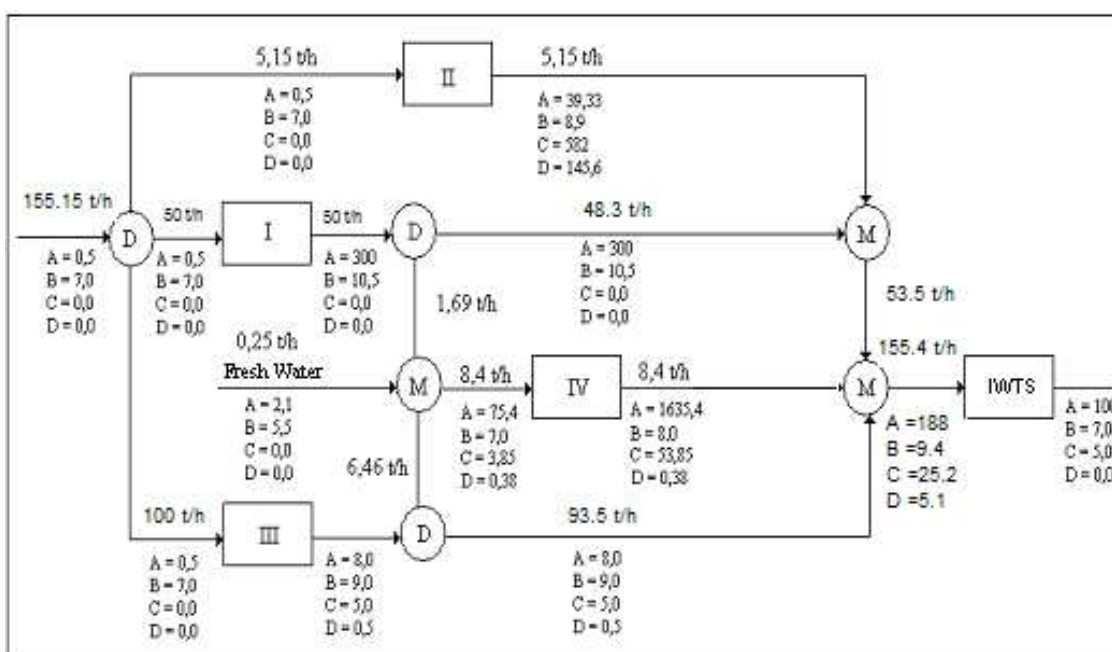


Figura 6 - Fluxograma com reúso das operações TRG(III) e SGV(I) na dessalgadora(IV)

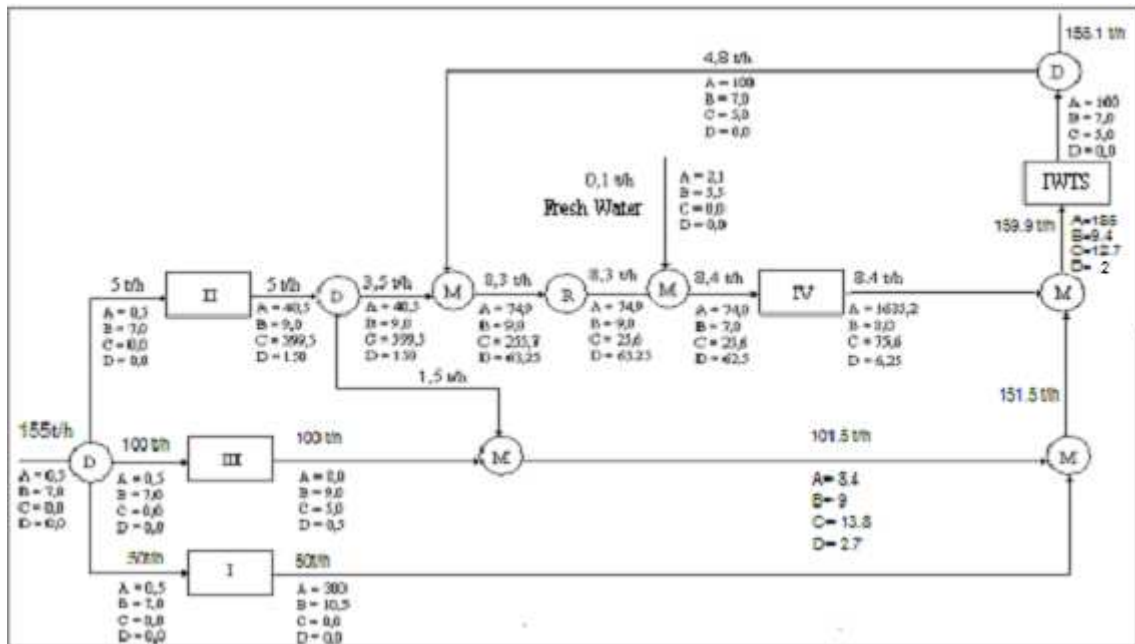


Figura 7 - Fluxograma com reúso de água da ETDI.

Na Figura 7 o reúso de água proveniente da SGV(I) foi eliminado conforme as restrições específicas da refinaria de petróleo. Seria necessário tratamento para remoção de sólidos suspensos para reusar água do SGV(I).

Água limpa também foi adicionada para ajustar o pH na Figura 7, conforme anteriormente realizado nas Figuras 5 e 6. Na Figura 7 também foi incluído um regenerador para reduzir a concentração de amônia na entrada da dessalgação (IV). A concentração de fenol é reduzida na dessalgação (IV).

O fluxograma da Figura 7 apresentou o menor consumo de água (155,1 t/h) e considerou o reciclo de efluente tratado na ETDI.

A Tabela 3 apresenta os resultados de vazão e da avaliação econômica. Os dados econômicos foram extraídos de Wang e Smith [1], Módenes et al. [11] e Gunaratnam et al. [12]. Para cálculo do custo com tratamento biológico para remoção de sólidos suspensos, seria necessário determinar a vazão tratada, conforme Gunaratnam et al. [12]. Essa vazão é calculada através balanço de massa na entrada da dessalgação (IV). Mas a concentração máxima de entrada de sólidos suspensos na dessalgação (IV) não está disponível. Então, são utilizadas as vazões das operações SGV (I) reusadas na dessalgação (IV) nas Figuras 5 e 6 correspondentes a 1,1 t/h e 1,69 t/h, respectivamente.

Tabela 3 - Resultados

	Sem reúso	Máximo reúso com regeneração de amônia e sólidos suspensos (Figura 5)	Máximo reúso com regeneração de sólidos suspensos (Figura 6)	Máximo reúso com regeneração de amônia (Figura 7)
Vazões	(t/h)	(t/h)	(t/h)	(t/h)
ETA (t/h)	155	155	155	155
Água Bruta (t/h)	163,5	155,3	155,4	155,1
Água regenerada (t/h)	-	8,1 / 1,1	1,69	8,3
Vazão de efluente (t/h)	163,5	155,3	155,4	155,1
Redução total de vazão (%)	-	5	4,95	<u>5,1</u>
Custo	(US\$/ano)	(US\$/ano)	(US\$/ano)	(US\$/ano)
Custo ETA (US\$/ano)	5.665.250	5.665.250	5.665.250	5.665.250
Custo água bruta (US\$/ano)	70.262	66.779	66.822	66.693
Custo de investimento com amortização anual (US\$/ano)	121.196	125.508	118.780	124.193
Custo operacional (US\$/ano)	7.160.364	7.146.280	7.077.564	7.146.120
Custo anual total (US\$/ano)	7.281.560	7.271.788	7.196.344	7.270.313
Custo anual total (R\$/ano)	13.660.206	13.641.874	<u>13.500.341</u>	13.639.108

5. Conclusão

O presente trabalho utilizou o procedimento DFA para síntese de fluxogramas com regeneração e reúso de água e com múltiplos contaminantes.

O fluxograma com menor custo anual total é o segundo (Figura 6) sem a regeneração de amônia e sem reúso de água da FCC (II), conforme resultado da avaliação econômica. Porém, para reutilizar água de SGV(I) na dessalgadora (IV) seria necessário remover sólidos suspensos. O

tratamento biológico com lodos ativados e filtração poderia ser utilizado para remoção de sólidos suspensos. A Tabela 2 mostra que essa técnica apresenta um custo maior que *stripping*, mas a vazão da SGV(I) tratada para reúso na dessalgadora (IV) é menor (1,69 t/h) enquanto na *stripping* é de 8,1 t/h (Figura 5) e 8,3 t/h (Figura 7). Na Figura 6, o consumo de água foi reduzido de 163,4 t/h para 155,4 t/h (4,95%). Este resultado corresponde a uma redução do custo anual total de 1,17 % ou US\$85,2 mil/ano.

A maior redução de vazão de consumo de fonte externa de água foi obtida com reúso do efluente da FCC (II) e da água reciclada proveniente da ETDI para a dessalgação (IV), Figura 7. Foi obtida redução no consumo de água de 163,4 t/h para 155,1 t/h (5,1%). Entretanto a redução do custo anual total foi menor, 0,15% ou US\$11,2 mil/ano. Neste fluxograma, o fenol, cuja presença reduz a qualidade do petróleo, teve sua concentração no efluente final reduzida devido ao reúso de água da FCC (II) na dessaladora (IV). O fenol é geralmente removido na dessalgação. Outra vantagem é a melhora na qualidade da água utilizada na dessalgação. A fonte de água externa é imprópria (água bruta) para uso na dessaladora, porque seu pH é muito baixo (em torno de 5,5), causando problemas como corrosão, a qual reduz o tempo de vida útil do equipamento. Os efluentes procedentes da unidade de craqueamento catalítico fluidizado FCC (II), purga das caldeiras e da estação de tratamento de despejos industriais (ETDI) têm pH excelente na faixa de 7.0-8.0. Assim, o presente trabalho alcançou o objetivo de melhorar o pH da água destinada para a dessaladora.

6. Agradecimentos

Agradecimento a CAPES.

Referências bibliográficas

- [1] Wang, Y.P., Smith, R., Wastewater Minimization, *Chemical Engineering Science*, 49, 981-1006, 1994.
- [2] Wang, Y.P., Smith, R., Wastewater Minimization with flowrate constraints, *Trans IChemE*, vol. 73, Part A; 1995.
- [3] Castro, P.; Matos, H.; Fernandes, M.C.; Nunes, C.D., Improvements for mass-exchange networks design; *Chemical Engineering Science*; 54, p. 1649-1665; 1999.
- [4] Gómez, J.; Savelski, M.J.; Bagaiewicz, M.J.; On a systematic design procedure for single component water utilization systems in process plants; *Chemical Engineering Communications*, 186, 183-203, 2001.
- [5] Gomes, J.F.S., Queiroz, E.M., Pessoa, F.L.P., Design procedure for water/wastewater minimization: single contaminant *Journal of Cleaner Production*, 15, 474 – 485, 2007.
- [6] Mirre, R.C.; Delgado, B.E.P.C.; Queiroz, E.M.; Pessoa, F.L.P.; Water Source Diagram for Multiple Contaminants: Maximum Reuse, *Chemical Engineering Science*, submitted, 2007.
- [7] Delgado, B.E.P.C., Minimização de Efluentes Aquosos em Plantas Industriais - Extensão do Algoritmo Diagrama de Fontes de Água para Regeneração Diferenciada, 2003 f. Tese (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, (2003).
- [8] Gomes, J.F.S. *Procedimento para Minimização de Efluentes Aquosos*. 2002. 230 f. Tese (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, (2002).
- [9] Doerr, W.W.; Zinkus, G.A.; Byers, W.D.; “Identify appropriate water reclamation technologies”; *Chemical Engineering Progress*; p. 19-31; 1998.
- [10] Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Stensel, H.D. (2003) *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, McGraw-Hill Edition, New York (2003).
- [11] Módenes, A.N., Menon, R., Ravagnani, M.A.S.S.; Redução da emissão de Poluentes Líquidos por

- Reutilização de Água em Processos Industriais; *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá, 25 (2), p. 127-132, 2003.
- [12] Gunaratnam, M.; Alva-Argáez, A.; Kokossis, A.; Kim, J.K.; Smith, R.; “Automated Design of Total Water Systems”, *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 44, pp. 588-599, 2005.
- [11] Higa, C. M., Penha, N. P. *Minimização de Efluentes Aquosos: O Caso de uma Refinaria de Petróleo*. Projeto Final de Curso em Engenharia Química.– Escola de Química. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, (2006).

Abstract

Many methodologies were proposed aiming to minimize water consumption. In this work the heuristic algorithmic procedure Water Sources Diagram (WSD) was applied for targeting the minimum process water consumption in a Brazilian oil refinery in cases involving the

presence of multiple contaminants in water streams. This study involves the process itself and the utility system of the oil refinery due to its large consumption of water, almost 90% of the total consumption. The equipments present are the water treatment station, steam generation, catalytic cracking, cooling towers, petroleum desalination and effluent treatment station. Considering three contaminants (chloride, ammonia, phenol) and pH as controlled parameters, a new mass exchange network was proposed with a reduction in water consumption from 163,4 t/h to 155,4 t/h, which represents a reduction of 4,95%. An economic analysis was carried out. It was found a cost reduction of 1,2 % or US\$ 85.215,97/a. This shows the applicability of WSD methodology in real cases.

Keywords: *water re-use, regeneration and reuse, wastewater minimization, multiple contaminants, mass exchange networks synthesis.*

Aplicação de ozônio na desinfecção do efluente de uma indústria automobilística

Antônio Filipe Falcão de Montalvão¹ e Nathália Nely Figorelli Junqueira²

¹ Professor da FaCET da Universidade Iguazu/RJ
e-mail: filipe_montalvao@hotmail.com

² Acadêmica da Universidade Federal Fluminense/RJ
e-mail: nathalia_nery@hotmail.com

Resumo

A redução de coliformes fecais e totais de efluentes sanitários e industriais descartados em águas de superfície tem sido amplamente realizada pelas empresas geradoras dos efluentes. O processo tradicional de desinfecção de efluentes, utilizando o cloro ou compostos clorados como oxidante, tem sido substituído por processos alternativos que geram menos toxicidade nos efluentes descartados. Neste trabalho apresentaram-se os resultados experimentais de desinfecção do efluente de uma indústria automobilística, utilizando ozônio como oxidante. Os resultados demonstraram que a aplicação de ozônio na desinfecção de efluentes desta indústria foi eficiente na redução de coliformes fecais e totais. Um modelo de desinfecção foi ajustado aos resultados experimentais, servindo de referência para estudos e estimativas de consumo de ozônio na desinfecção de efluentes de indústrias deste tipo.

Palavras chave: Ozônio, desinfecção, efluentes, tratamento terciário.

1. Introdução

A desinfecção de efluentes sanitários e industriais tem sido realizada para atender, na maioria dos casos, aos limites impostos pela legislação ambiental, tanto no Brasil como na maioria dos países desenvolvidos. Nestes a aplicação de compostos clorados para desinfecção de efluentes tem sido proibida, já que, além de gerar toxicidade no efluente descartado, os mesmos não são totalmente eliminados, fazendo com que os compostos clorados sejam descartados junto com o efluente, gerando danos à vida aquática. No Brasil, a aplicação de compostos clorados na desinfecção de efluentes tem sido substancialmente reduzida. Alternativas aos compostos clorados têm sido utilizadas. A aplicação de ozônio como oxidante na desinfecção de efluentes é uma alternativa ambientalmente

correta. O ozônio é um gás gerado a partir de oxigênio quando submetido a descargas elétricas de alta tensão, 10.000 a 20.000 volts. Ele é um gás instável e decai sempre a oxigênio. Ao ser dissolvido em um líquido, apresenta grande poder de oxidação. Por ser um oxidante muito instável, a meia vida do ozônio na água é de apenas alguns minutos e, no caso de efluentes, poderá atingir valores de meia vida inferiores a um minuto. Estes valores baixos de meia vida favorecem a tecnologia do ozônio, já que a sobra de ozônio não se mantém no efluente por muito tempo. Ele decairá a oxigênio mesmo antes do efluente ser descartado, não causando impacto ambiental.

O efluente utilizado no nosso trabalho foi de uma indústria automobilística de grande porte. A indústria, com 12.000 funcionários, gera um efluente misto, aproximadamente 50% sanitário e 50% industrial. A aplicação

de ozônio na desinfecção de efluentes deve ser realizada como um tratamento terciário, já que neste ponto os efluentes apresentam a sua melhor qualidade no que diz respeito aos parâmetros ambientais. Montalvão (2006) mostrou que concentração de sólidos suspensos influencia significativamente o consumo de ozônio nos processos de oxidação.

Dados da literatura mostram que dosagens de ozônio aplicadas na desinfecção de efluentes sanitários dependem significativamente dos parâmetros ambientais dos efluentes, mas que dosagens entre 10 e 30 mg/L são suficientes para reduzir os coliformes totais e fecais a níveis compatíveis com a legislação local.

Ao longo das últimas cinco décadas, o custo de ozônio tem sido um dos limitantes à sua aplicação, mas durante os últimos anos o custo de geração de ozônio tem diminuído drasticamente. Atualmente, o custo de R\$4,00 por quilograma de ozônio gerado tem sido utilizado na avaliação econômica de processos que utilizam ozônio. As instalações para aplicação de ozônio compreendem um equipamento gerador de energia, um sistema de dissolução de ozônio, normalmente uma coluna de contato, sistemas de medição e equipamentos auxiliares. Estima-se que o investimento, para atender a uma ETE de médio porte, é de R\$1.500,00 por m³/h de vazão de efluente.

O objetivo deste estudo foi verificar a eficiência da tecnologia de ozônio na desinfecção deste efluente industrial e desenvolver um modelo simples de referência para estimativa de consumo de ozônio para desinfecção e custos de desinfecção.

2. Metodologia

Na avaliação dos níveis de desinfecção do efluente estudado, utilizou-se como referência os coliformes totais e coliformes fecais. A maioria dos estudos já realizados utilizou os coliformes como referência de desinfecção.

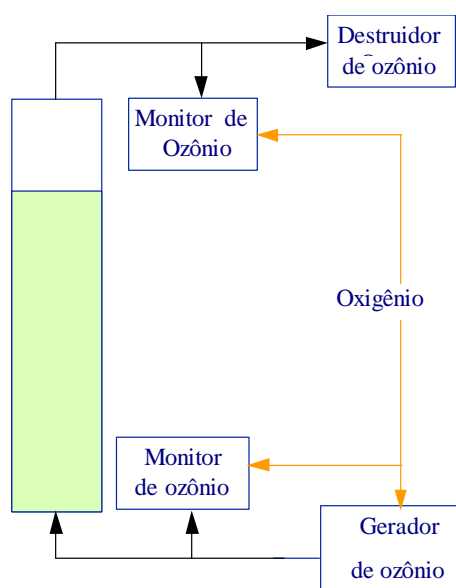


Figura 1 - Desenho esquemático da planta piloto de ozônio

Para desenvolver este estudo, foram realizados testes de campo utilizando uma planta piloto. A figura 1 mostra o fluxograma da planta piloto. Um gerador de ozônio de 40g/h, dois analisadores de fase gasosa, uma coluna de contato de 11 litros e um dispersor de gás na base da coluna foram os componentes principais. O gás ozônio foi introduzido no líquido através do dispersor situado na base inferior da coluna. Em forma de pequenas bolhas de gás, o ozônio transitou, de forma contínua, no meio líquido, da base inferior até ao topo da coluna. Estimou-se que o diâmetro das bolhas de gás geradas no dispersor eram entre 2 e 4 mm. Durante o período de passagem das bolhas, parte do gás ozônio foi

transferido para o efluente, obtendo-se assim ozônio dissolvido na fase líquida. A desinfecção do efluente deu-se preferencialmente a partir do ozônio dissolvido no efluente. Os testes foram realizados em bateladas de 11 litros e em até 40 minutos de duração.

O consumo de ozônio foi determinado por meio do balanço de massa na fase gasosa, medindo-se a quantidade de ozônio na entrada e na saída da coluna. A precisão da determinação do consumo de ozônio foi medida: 10,7 % para 95,4% dos casos.

O número mais provável, NMP, de coliformes é a medida dos coliformes por uma estimativa estatística, sendo expresso como a densidade média de bactérias contidas em 100 mililitros da amostra. No caso dos fecais, tem-se NMP CF/100mL e no caso dos totais, NMP CT/100mL. A técnica de determinação é detalhada na referência "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater" (2).

A medida dos sólidos suspensos totais (SST), da demanda biológica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) foram realizadas na amostra bruta utilizando os métodos padronizados conforme referência "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater" (2).

A medida de toxicidade aguda com bactérias luminescentes, ou Microtox, como é conhecida, fornece resultados da concentração de efluente em água destilada que causa um efeito em 50% da população testada, conhecida por EC50. A medida de toxicidade é definida como a relação da quantia de luz perdida à quantia de luz que permanece a um intervalo de tempo definido de 5, 15 ou 30 min. A indústria forneceu o equipamento e as medições de toxicidade aguda do efluente desinfetado de acordo com o procedimento descrito no manual operacional.

3. Resultados experimentais

Foram realizados 22 testes de desinfecção ao longo de 40 dias. Medidas de Demanda Biológica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio e Sólidos Suspensos Totais foram realizadas na amostra bruta, antes da aplicação de ozônio. Com o objetivo de verificar se após a aplicação de ozônio o efluente apresentava toxicidade, foram realizados testes de toxicidade através do Microtox em algumas amostras.

A maioria das amostras brutas apresentou valores de DBO inferiores a 10 mg/L, DQO inferiores a 30 mg/L e SST inferiores a 10 mg/L. Nestas amostras foram observados valores de coliformes totais entre 10^5 a 3.10^5 NMP/100mL e coliformes fecais entre 10^4 a 5.10^4 NMP/100mL. Em poucas amostras foram observados valores de DBO até 40mg/L, DQO até 90 mg/L e SST até 90 mg/L. Nestes casos os valores de coliformes totais e fecais encontrados foram mais elevados. Observaram-se valores da ordem de grandeza de 10^6 nos totais e 10^5 nos fecais.

Os resultados experimentais de desinfecção foram apresentados em termos redução logarítmica de coliformes totais e fecais como função do consumo de ozônio. A figura 2 apresenta estes resultados.

A redução de coliformes em termos logarítmicos é universalmente utilizada pelos órgãos ambientais na determinação do grau de desinfecção. Assim o gráfico apresenta a escala de redução logarítmica na base 10, tomando sempre como referência o valor de coliformes iniciais, ou seja, da amostra bruta. Por exemplo, se a amostra bruta apresentar um valor de coliformes totais de 5.10^5 NMP/100mL e necessitamos reduzir para 500 NMP/100 mL, quer dizer que necessitamos reduzir em 3 LOG, ou seja, o logaritmo na base 10 de 5.10^5 dividido por 500 por é três.

Observando os resultados experimentais apresentados na figura 2, pode-se verificar que a redução de coliformes é função do consumo de ozônio. Com o aumento do nível de desinfecção o consumo de ozônio aumenta. Os resultados mostram que o ozônio é mais eficiente na redução de coliformes fecais. Observando-se a figura 2, pode-se verificar que para o consumo de ozônio de 8 mg/L obteve-se uma redução de 3 LOG nos coliformes fecais e apenas 2 LOG nos totais. Pode-se observar também que a variação entre o LOG de desinfecção e o consumo de ozônio é linear.

Para manter um padrão de desinfecção de efluente de boa qualidade, só foram

considerados os resultados para os efluentes que tinham valores iniciais de DBO inferiores a 10 mg/L, DQO inferiores a 30 mg/L e SST inferiores a 10 mg/L, que foi a maioria dos casos. Um aumento significativo de consumo de ozônio foi observado com o aumento do SST das amostras.

Resultados do Microtox mostraram que as amostras brutas não apresentavam toxicidade aguda. As amostras ozonizadas apresentaram alguma toxicidade aguda apenas para os casos do efluente que apresentou valores de DBO, DQO e SST mais elevados.

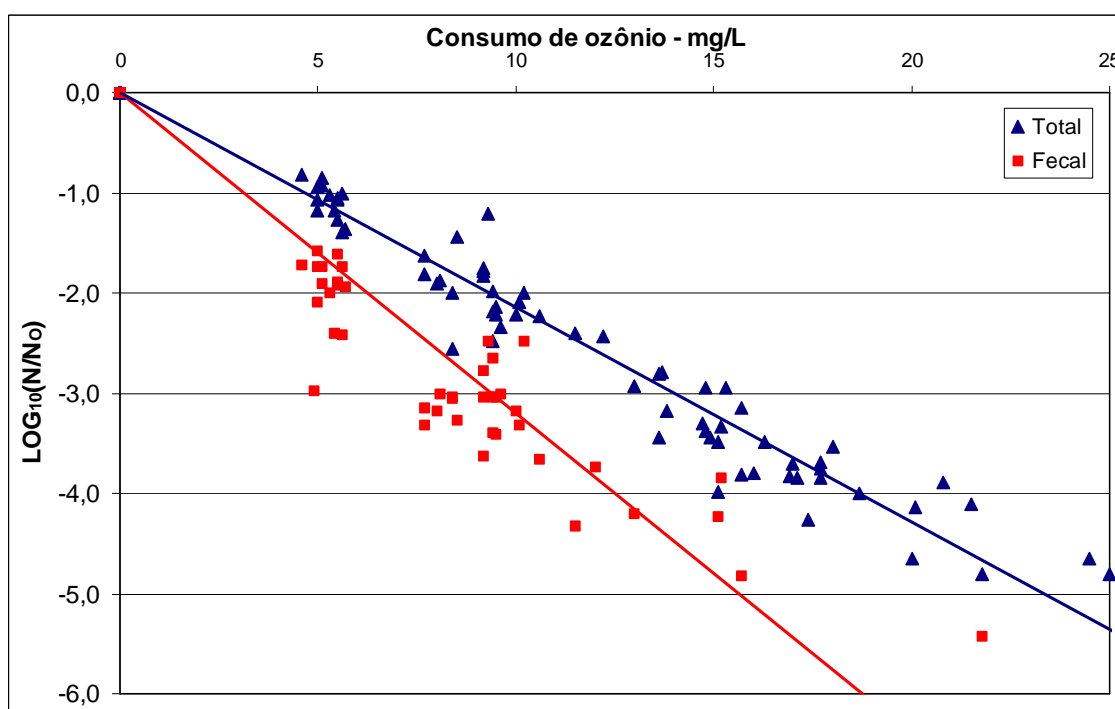


Figura 2 – Resultados experimentais de consumo de ozônio na desinfecção

4. Modelo Empírico

Desenvolveu-se um modelo empírico para estimar o consumo de ozônio na redução de coliformes totais e fecais do efluente avaliado. Foi observado na literatura que a oxidação de efluentes na redução de bactérias e vírus é realizada através de uma cinética de reação de primeira ordem. A equação diferencial seguinte (1) representa um modelo de redução de coliformes de primeira ordem, onde dN é a redução de coliformes, dO_3 é o consumo de ozônio e k é a constante global da cinética da oxidação ou, no nosso caso, constante de redução de coliformes.

$$dN/dO_3 = -k \cdot N \quad (1)$$

A solução da equação pode ser representada em termos logarítmicos na base dez. Assim a equação (2) representa a solução da equação diferencial (1), onde N_0 é a quantidade inicial de coliformes, N a quantidade de coliformes após um dado consumo de ozônio, O_3 . O consumo de ozônio é expresso em unidades de massa de ozônio por Litro de efluente ozonizado [mg/L].

$$\log_{10} (N/N_0) = -k \cdot O_3 \quad (2)$$

Utilizando-se o método dos mínimos quadrados, ajustou-se a constante K aos resultados experimentais, figura 2, tanto para o caso da redução de coliformes totais como para fecais.

Obteve-se para coliformes totais o valor:

$$k_{\text{Total}} = -0,214 \text{ L/mg}$$

Obteve-se para coliformes fecais o valor:

$$k_{\text{Fecal}} = -0,320 \text{ L/mg}$$

Verificou-se uma diminuição significativa no valor da constante de desinfecção, tanto para o caso de coliformes totais e fecais, nas amostras de pior qualidade em termos de DBO, DQO e SST. Estas constantes são válidas para as amostras de efluente definidas como de boa qualidade.

5. Conclusões

Os resultados experimentais mostraram que o ozônio é efetivo na desinfecção de efluentes mistos, parte industrial e parte sanitário. O consumo de ozônio na redução de coliformes fecais é inferior aos totais.

Verificou-se que para efluentes de boa qualidade, em termos de baixos valores de DBO, DQO e SST, a aplicação de ozônio não agrega toxicidade aguda no efluente a descartar.

Um modelo de desinfecção foi ajustado aos resultados experimentais, servindo de referência para estudos e estimativas de consumo de ozônio na desinfecção de efluentes de industriais desse tipo. O modelo empírico apresentou uma incerteza no consumo de ozônio inferior a 3 mg/L para 95,4 % dos casos

Considerando uma eficiência na aplicação de ozônio de 75%, uma redução de 3 LOG para coliformes totais, ou seja, um consumo de 15 mg/L aproximadamente, figura 2, estimou-se que o custo de desinfecção com ozônio seria de R\$0,08 por m^3 de efluente desinfetado. No caso da indústria estudada, vazão de 400 m^3/h , o custo mensal da desinfecção seria de R\$ 23.000,00 aproximadamente. O investimento das instalações para esta vazão seria de R\$600.000,00.

Referências bibliográficas

- [1] Montalvão, A. F. F., “Influência da concentração de sólidos no consumo de ozônio para remoção de cor de efluentes da indústria têxtil”, Revista da Ciência e Tecnologia, ISSN 1519-8022, Vol. 6, nº 2, Dezembro 2006.
- [2] "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater", editada pela Associação Americana de Saúde Pública, APHA, 1980).
- [3] METCALF AND EDDY, Inc – Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse. Editora McGraw Hill, 3ª edição, 2000.
- [4] BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente- Resolução no 357, Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, 17 de março de 2005.
- [5] Von Gunten, U., “Ozonation of Drinking Water: Part II. Disinfection and by-Product Formation in Presence of Bromide, Iodide or Chlorine” *Water Research*, v. 37, pp. 1469–1487, 2003.
- [6] Oliveira, E.C.M., “Desinfecção de efluentes sanitários tratados através da radiação ultra-violeta”, dissertação de mestrado, depto. Engenharia Sanitária, U.F.S.C, Florianópolis, Brasil, Fevereiro, 2003.
- [7] Ribeiro, L.F., Fasanaro, R., Lapolli, F.R., “Dióxido de cloro: suas características e aplicações na desinfecção de águas residuárias”, XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, 2006.

Abstract

The Total and Fecal Coliform reduction of sanitary and industrial effluents discarded in surface waters has been thoroughly accomplished by companies. The traditional effluents disinfection process, using the chlorine or chlorinated compounds as oxidizer, it has been changed by alternative processes that they generate less toxicity in the discards effluents. In this present work it was studied an industrial effluent disinfection using ozone as oxidizer. The results showed that the ozone application in the effluent disinfection of this industry was shown effective in the reduction of fecal and total coliform. A disinfection model was adjusted to the experimental results, serving as reference for studies and ozone consumption estimates. The cost of de disinfection was estimated.

Keywords: *ozone, disinfection, industrial wastewater treatment.*

Aspectos ergonômicos considerados no projeto de interfaces tangíveis

Altamar Sales de Oliveira¹, Rosa A.S.M. da Motta², Gerson G. Cunha³

Universidade Federal do Rio de Janeiro (LAMCE / COPPE / UFRJ)^{1,3}

Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia^{1,3}

Universidade Federal do Rio de Janeiro^{1,2,3}

altemarsales@ufrj.br¹

rasmel@ufrj.br²

geron@lamce.ufrj.br³

Resumo

Interfaces Tangíveis (TUI) permitem controle e representação de informação digital. Ao projetar tais interfaces, deve-se levar em conta os conflitos potenciais entre o hardware e a ergonomia do artefato. Esse problema faz com que um projeto de interface tangível seja diferente do tradicional. Este artigo apresenta uma proposta para ajudar os projetistas a encontrarem o melhor ajuste entre os componentes eletromecânicos e físico-ergonômicos do artefato (objeto tangível) utilizados nas interações tangíveis. É proposto um conjunto de diretrizes (questões) que podem ser usadas para orientar os projetistas, quando se trata de projeto de TUIs. Mesmo tendo que ser testadas mais vezes e aplicadas a diversos outros tipos de projetos, essas questões contribuem para a composição de um método a ser usado na execução de projetos de TUI.

Palavras-chave: Interfaces Tangíveis; Interação-Homem-Máquina; Ergonomia.

1. Introdução

Em se tratando do manuseio de produtos e sistemas, a Ergonomia estará sempre presente. A Ergonomia é a disciplina científica que trata a compreensão das interações entre pessoas e os outros componentes de um sistema (VIDAL, 2003).

As transformações da sociedade, conseqüentes aos avanços tecnológicos, fazem emergir um novo olhar para analisar a relação do homem com o trabalho [1]. O desenvolvimento da metodologia da análise ergonômica do trabalho tem acompanhado o progresso tecnológico, perpassando diversas fases em função da demanda social. Inicialmente, centrou-se no fator humano, na

adaptação do posto de trabalho, privilegiando apenas o estudo da relação homem-máquina. A partir de meados da década de oitenta, a análise vai além da perspectiva do posto de trabalho, incorporando a noção de complexidade do sistema no qual está inscrito [2].

Quando se trata de projeto de sistemas computacionais, mais especificamente, de Interação de Humano-Computador (IHC), a Ergonomia e a Tecnologia da Informação (TI) podem atuar de forma complementar no planejamento e na otimização da atividade humana. Um tema de pesquisa em IHC, que apareceu na última década, consiste no uso de artefatos físicos (artefatos do mundo real) para representar e controlar dados digitais.

TUI (Tangible User Interface) é o termo popular usado para fazer referência à interação com sistemas de computação que utilizam artefatos físicos como representação e controle de dados digitais [5].

Pesquisas em TUIs abrangeram amplamente vários domínios de aplicação e inspiraram propostas de esquemas diferentes para classificar os sistemas com base nesse tipo de interface.

Porém, para construir TUIs, é preciso uma proposta metodológica para facilitar o projeto de criação dessas interfaces. Os engenheiros de software criam software por terem experiência em descobrir e representar funcionalidades. Esses profissionais se encontram imaturos, quando se trata do paradigma de TUI, necessitando de uma visão ergonômica em seus projetos.

Este artigo descreve o problema do ajuste entre os componentes eletromecânicos (artefatos) e os físico-ergonômicos (como o usuário utilizará o artefato), que é considerado um espaço conflituoso da interação TUI e, além disso, apresenta, de forma sucinta, uma proposta metodológica de projeto, para resolver esse conflito, conforme exposto em [4]. O artigo se desdobra em mais três partes. A primeira delas aborda os conceitos relativos a TUIs e suas aplicações; a segunda, expõe o problema do ajuste e a proposta em questão. Na última, são apresentadas as conclusões.

2. Algumas Aplicações de Interfaces Tangíveis

Uma TUI trata a manipulação de objetos

reais como uma maneira mais natural de interagir com o computador, do que apontar ou referenciar objetos que sequer existem no mundo real.

“Minority Report”, um filme de ficção-futurista de autoria de Steven Spielberg, exemplifica a utilização de TUI. O agente Anderton, Tom Cruise, usava esse tipo de interface para acessar dados no ar. É como se a informação estivesse literalmente ao nosso redor. Com gestos intuitivos e com mini luvas “mágicas” (objetos tangíveis), a navegação pelo conteúdo era realizada de forma mais natural. Mesmo antes dessa ficção, pesquisadores embrenhavam-se em busca de soluções, usando TUIs para melhorar a IHC.

Várias soluções ou protótipos foram importantes para o desenvolvimento das TUIs. São elas: Marble, Bricks, metaDESK, ambientROOM, senseDesk, SandScape e mediaBlocks.

A Marble, uma secretária eletrônica, permite que um usuário, passando um objeto do seu cotidiano sobre a sua superfície, consiga realizar operações sobre as mensagens nela contidas. O Bricks oferece a manipulação de objetos virtuais, associando-os a objetos reais em formato semelhante ao de tijolos. Essa manipulação pode iniciar um processo ou fixar um parâmetro. No caso do metaDESK, é suportado o controle de objetos virtuais por intermédio de vários objetos reais associados, usando metáforas (figura 1). O ambientROOM, consiste numa complementação do metaDESK, sendo que é utilizado um ambiente (quarto, por exemplo) como mídia.

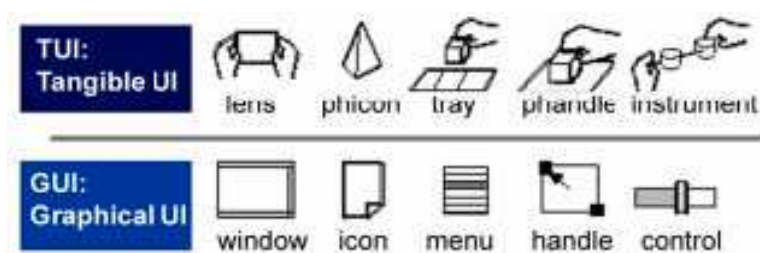


Figura 1 - Associação de objetos de interfaces tradicionais para TUI.

Essa mídia pode ser composta por luz, sombra, som, corrente de ar e fluxo de água, tendo em vista a comunicação da informação ao usuário. O senseDesk disponibiliza uma mesa que faz projeção dos objetos em forma de discos, que servem como lentes e podem controlar aplicações, tendo como base o posicionamento e o giro desses discos. O SandScape (figura 02) é um sistema que disponibiliza uma interface tangível que torna possível várias simulações diferentes de computador para facilitar a compreensão de paisagens topográficas. A paisagem projetada pode ser modificada, de maneira interativa, pela

manipulação de areia. Os resultados são analisados e geram uma variedade de simulações computacionais que podem ser vistas pelo usuário, em tempo real, sobre a superfície da areia.

O mediaBlocks utiliza pequenos blocos de madeira, rotulados eletronicamente, que servem como ícones físicos para a interação do computador entre os diversos meios de armazenamento “on-line”. Ele serve para estabelecer comunicação de diversos tipos de mídias (máquinas fotográficas digitais, filmadoras, projetores...), realizando as funcionalidades básicas dessas mídias.

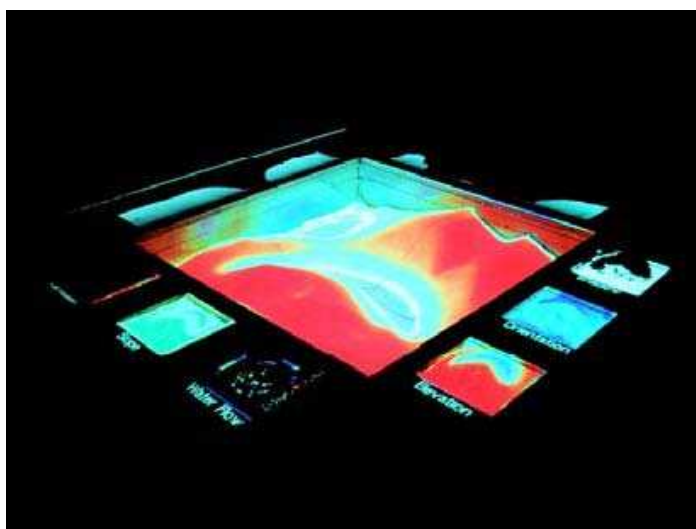


Figura 2 - SandScape

3. Uma proposta de projeto de TUI, incluindo aspectos ergonômicos.

Com relação ao conceito de ajuste, pode-se afirmar, com base em [6], que todo problema de projeto começa com um esforço para alcançar um ajuste apropriado entre duas entidades: a forma em questão e seu contexto. Uma forma é a solução desejada para o problema e o contexto define o problema. O que se pretende consiste em pôr o contexto e a forma em contato entre si, procurando obter o melhor ajuste, sem que haja esforço ou atrito.

Em TUIs, esse ajuste deveria acontecer entre o artefato físico (forma) que representa e controla a informação e a aplicação (contexto) que define a informação digital. Isso também é evidente na interação do modelo proposto por [4] que realça um elo entre o mundo físico e o mundo digital. Esse problema de ajuste sempre existirá porque há um conflito potencial entre os componentes eletromecânicos (artefato físico) e a ergonomia (como o usuário utilizará e controlará o artefato) relativos ao projeto. O problema consiste em descobrir quais sensores serão usados no artefato e como os ajustar de forma que a ergonomia do artefato seja apropriada. A habilidade do usuário para controlar o artefato é ditada pela ergonomia do artefato, considerando que a “habilidade” do artefato para representar e controlar a informação digital seja ditada pelos componentes eletromecânicos do artefato.

O que se deseja é encontrar uma união sem esforço ou a co-existência sem atrito entre os aspectos físico-ergonômico do artefato e seus componentes eletromecânicos.

Capturar os parâmetros do projeto de TUIs é um dos requerimentos fundamentais. Esses parâmetros especificam os limites dentro dos quais as soluções de TUI são

buscadas. Para descobrir os parâmetros, precisa-se definir a experiência (expertise) do usuário, as tarefas humanas resultantes, e as informações digitais que serão representadas e controladas.

A expertise do usuário normalmente é o ponto de partida para iniciar um projeto. Na maioria dos casos, observam-se o ambiente e as tarefas do cotidiano, com o objetivo de descobrir como localizar um sensor para que o controle do artefato seja realizado de maneira satisfatória. Por exemplo, em mediaBlocks, uma das experiências buscadas era usar gestos do mundo real para manipular mídia digitais (apresentação de multimídia, vídeo etc.), sem a necessidade de um computador explícito [3]. Baseado na observação do usuário, pode-se construir uma árvore de análise de tarefa hierárquica. Normalmente, essa árvore está baseada em práticas atuais de execução de tarefas. Uma das metas do projetista de TUI é adaptar essa árvore por intermédio das mudanças de certas tarefas. Além disso, a árvore de análise de tarefas, também, sugere as possíveis restrições ergonômicas que a aplicação poderia impor ao projeto.

Analisando a experiência do usuário, o projetista pode identificar também as informações digitais diferentes, as quais necessitam ser representadas e controladas pelo usuário. A árvore de análise de tarefa, especifica detalhes da informação digital que será controlada por cada tarefa substituída. Baseado nessas informações, o projetista pode identificar os sensores específicos e atores envolvidos, os quais necessitam do controle físico da informação digital. Isso, inclusive, pode sugerir mostrar como um controle de um artefato poderia não ser adequado para o manuseio de certa informação digital, ressaltando as restrições eletromecânicas do projeto. Nessa fase, são especificados os sensores usados a um nível máximo, sem conhecimento dos detalhes

específicos do sensor.

Como consequência da análise de projeto, pode-se realizar muitas suposições sobre o usuário, expectativas e padrões de interação. Esses padrões poderiam impor novas restrições para a ergonomia ou para os componentes eletromecânicos do projeto. Por exemplo, no *mediaBlocks*, é assumido que o usuário carrega os blocos (objetos tangíveis). Isso impõe restrições de peso e de tamanho do bloco. Essa restrição é de fácil dedução.

Normalmente, impor os limites do projeto é um processo iterativo. A experiência do usuário será inevitavelmente refinada, levando em consideração as tarefas humanas e o controle físico desejado.

Podem ser usadas quatro perguntas como uma diretriz geral para dispor dos limites do projeto.

- Qual a expertise do usuário (o que poderia ser experimentado pelo usuário)?
- Quais são as tarefas dos usuários ou dos atores?
- O que representaria o artefato e o que o controlaria?
- Quais são as convenções ou padrões?

O próximo passo do projeto consiste em observar, nas tarefas substitutas, o que precisa ser modificado. Os componentes eletromecânicos e as restrições ergonômicas têm que ser orientadas com base na natureza da interação tangível, para essas tarefas substitutas.

Segundo [4], é proposto um esquema para TUI que identifica três classificações de interações: *Interactive Surfaces*, *Token+Constraint* e *Constructive Assemblies*. Essa classificação está baseada no grau variado de apoio às formas contínuas e discretas de uma interação. *Interactive Surfaces* suportam interações contínuas; *Token+Constraint* permitem a combinação de interações contínuas com interações discretas, enquanto as

Constructive Assemblies quase nunca são adequadas para interações contínuas, mas, ao invés, disso contemplam as interações discretas. A parte relativa à natureza de interação estabelece a natureza de interação física para cada tarefa substituta. O controle do usuário impõe novas restrições para os sensores, para os atores requeridos e para os componentes eletromecânicos do artefato. Utilizando interações contínuas para os artefatos, os sensores precisarão capturar dados a uma taxa mais alta que aquelas exigidas quando se trata de *Constructive Assemblies*. Semelhantemente, dependendo do tipo de ação do usuário, o artefato deveria ser sem fios. Essa parte também provê “insight” mais recente da ergonomia ao projeto final. Em se tratando do *mediaBlocks*, usando uma interação contínua na mesa, o peso do artefato não seria uma preocupação, considerando que a “habilidade” do artefato ao deslizar na mesa poderia ser uma restrição físico-ergonômica importante. Igualmente, ao projetar artefatos com controle discreto, o projetista teria que prover mecanismos para restringir o movimento do artefato realizado pelo usuário para níveis discretos.

No caso do *mediaBlocks*, uma solução com base em *token+constraint* é usada para projetar as interações. As seguintes questões podem ser utilizadas para orientar a dinâmica da interação:

- Qual é a natureza da interação para cada tarefa substituta? Será que a tarefa substituta requer uma interação contínua ou discreta?
- Quais as exigências eletromecânicas para essa tarefa e quais são as suas restrições ergonômicas?
- A tarefa substituta precisa de qualquer interação de relacionamento? Isto é, se são combinados dois ou mais artefatos para executar a tarefa substituta, será que a combinação deve ser interpretada de uma

maneira relacionada (por exemplo, será que somado dois artefatos resultam, juntos, uma informação digital correspondente)? Nesse momento, pode-se identificar os vários componentes eletromecânicos e físico-ergonômicos da interface tangível. O próximo passo consiste em criar o ajuste entre esses componentes. Isso é alcançado pela integração da tarefa substituta com as demais tarefas na árvore de análise de tarefa. Isso assegura que o usuário possa iniciar, facilmente, e sair da tarefa substituta para outras tarefas dentro da árvore.

Essa integração pode ser alcançada, observando como o usuário iniciará e terminará interações para a tarefa substituta. Em geral, o projetista poderia basear-se nas cinco perguntas elaboradas por [7], e expostas a seguir. Essas perguntas não só integram as tarefas substitutas, mas também reúnem detalhes para um melhor ajuste entre os componentes eletromecânicos do artefato e a ergonomia.

- Como o usuário inicia e termina uma interação com o artefato?
- Como o artefato informa ao usuário que ele realizou a tarefa inicial do usuário?
- Quais são as ações de usuário às quais o artefato pode reagir?
- Como o artefato informa ao usuário que respondeu a uma ação?
- Como o usuário pode buscar solução para que um engano cometido por ele seja desfeito ou tratado?

Quando se trata de ordem de tarefa versus ordem de uso de artefato, pode-se dizer que já se deveria ter a árvore de análise de tarefa inteira, com as tarefas substitutas modificadas e os componentes eletromecânicos pertinentes, especificados para tais tarefas. A ergonomia desejada para o artefato também foi identificada para essas tarefas que provêm um ajuste de nível entre tais componentes. Nessa fase, é importante

ter certeza de que as ordens, em que os vários artefatos serão usados, reflitam as ordens na quais as tarefas serão executadas pelo usuário. As duas perguntas seguintes podem ser usadas para orientar esse ajuste.

- Como as tarefas substitutas, que usam interfaces tangíveis, deveriam ser integradas com as outras tarefas na árvore de análise de tarefas?

- A ordem, na qual é esperada uma ação do usuário sobre um artefato, é semelhante à ordem em que as tarefas acontecem?

Com essas 14 questões, um projetista com pouca experiência em projeto de TUI, possui os procedimentos para executar o seu trabalho. Para os projetistas experientes, esse conjunto de perguntas serve para a realização de uma checagem.

4. Conclusões

Neste artigo, foi apresentada uma proposta para orientar na solução do problema do conflito potencial entre o hardware e os componentes ergonômicos relativos ao projeto de interfaces tangíveis. Essa proposta permite ao projetista, de forma simultânea, descobrir o melhor nível de ajuste entre os componentes eletromecânicos e físico-ergonômicos dos objetos tangíveis. As orientações para que haja esse ajuste correspondem às questões expostas, de forma sucinta, a seguir.

Quanto ao limites:

- Qual a expertise do usuário (o que poderia ser experimentado pelo usuário)?
- Quais são as tarefas dos usuários ou dos atores?
- O que representaria o artefato e o que o controlaria?
- Quais são as convenções ou padrões?

No que se refere a definição dos

componentes:

- Qual é a natureza da interação para cada tarefa substituta? Será que a tarefa substituta requer uma interação contínua ou discreta?

- Quais as exigências eletromecânicas para essa tarefa e quais são as suas restrições ergonômicas ?

- A tarefa substituta precisa de qualquer interação de relacionamento? Isto é, se são combinados dois ou mais artefatos para executar a tarefa substituta, será que a combinação deve ser interpretada de uma maneira relacionada (por exemplo, será que somado dois artefatos resultam, juntos, uma informação digital correspondente)?

Com respeito a interação:

- Como o usuário inicia e termina uma interação com o artefato?

- Como o artefato informa ao usuário que ele realizou a tarefa inicial do usuário?

- Quais são as ações de usuário às quais o artefato pode reagir?

- Como o artefato informa ao usuário que respondeu a uma ação?

- Como o usuário pode buscar solução para que um engano cometido por ele seja desfeito ou tratado?

Por último quanto a Ordenação e o ajuste final:

- Como as tarefas substitutas, que usam interfaces tangíveis, deveriam ser integradas com as outras tarefas na árvore de análise de tarefas?

- A ordem, na qual é esperada uma ação do usuário sobre um artefato, é se há questões que ajudam a definir os elementos do ambiente da interface tangível, as que orientam a escolha do tipo de interação e, finalmente, as que orientam a descoberta do início e do término das interações. Deveria ser sempre fácil responder a essas questões abordadas em [5], mas

dependendo da área da aplicação e da expertise do usuário, encontrar as respostas se torna uma tarefa difícil. A proposta ainda tem que ser testada e ajustada mais vezes e ser aplicada em várias situações e projetos diferentes. Porém, essas orientações podem contribuir inicialmente para conduzir os pensamentos do projetista, quando se trata de dar passos e cumprir etapas para atingir o ajuste satisfatório.

Referências bibliográficas

- [1] ABRAHAO, J. I., PINHO, D. L. M. As transformações do trabalho e desafios teórico-metodológicos da Ergonomia. Estudos de Psicologia, Universidade do RN, 2002.
- [2] VICENTE, K. Cognitive work analysis: toward safe, productive, and healthy computer-based work. Londres: Lawrence Erlbaum, 1999.
- [3] ULLMER, B., ISHII, H., GLAS, D. mediaBlocks: Physical Containers, Transports, and Controls for Online Media, 1998. Disponível em : <http://portal.acm.org/ft_gateway.cfm?id=280940&type=pdf&coll=&dl=acm&CFID=15151515&CFTOKEN=6184618>. Último acesso em: dez. 2006.
- [4] ULLMER, B., ISHII, H. “Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces”, 1999. Disponível em: <<http://web.media.mit.edu/~ullmer/papers/tui-millennium-chapter.pdf>>. Último acesso em: dez. 2006.
- [5] ULLMER, B., ISHII, H. A Design Approach for Tangible User Interfaces. Disponível em: http://www.cs.usask.ca/faculty/sriram/Papers/OZCHI2004_Final.pdf>. Último acesso em: dez. 2006.

- [6] ALEXANDER C. Notes on the synthesis of form, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1964.
- [7] BELLOTTI, V., BACK, M., EDWARDS, W. K., GRINTER, R. E., HENDERSON, A., LOPES, C. “Making Sense of Sensing Systems: Five Questions for Designers and Researchers”, in Proceedings of CHI'02 Conference on Human Factors in Computing Systems, 2002, disponível em: <http://web.media.mit.edu/~intille/teaching/fall03/readings/BellottiETAL02.pdf>. Último acesso em: dez. 2006.
- [8] VIDAL, M. C. R. Guia para análise Ergonômica do Trabalho (AET) na empresa. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2003.

Abstract

Tangible user's interfaces (TUI) allow control and representation of digital information. When projecting such interfaces, it should be taken into account the potential conflicts between the hardware and the ergonomics of the workmanship. This is problem does with that a project of tangible interface is different from the traditional. This article presents a proposal to help the planners to find it the best adjustment among the components mechanical eletro and physical-ergonomic of the workmanship (object tangible) used in the tangible interactions. It is proposed a group of guidelines (subjects) that can be used to guide the planners, when it is project of TUIs. Although tends to be tested more times and applied the other several types of projects, those subjects contribute to the composition of a method to be used in the execution of projects of TUI.

Keywords: *Tangible Interface; Interaction Man-Computer; Ergonomics.*