

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/272743305>

Coleta, Processamento e Caracterização dos Resíduos Alimentares do Lixo Domiciliar para uso na Alimentação de Frangos de Corte

Article · December 2001

CITATIONS

0

READS

24

3 authors, including:



Harry Edmar Schulz

Hydro Engineering Solutions - Auburn - AL

271 PUBLICATIONS 635 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Adriana Backx Noronha Viana

University of São Paulo

60 PUBLICATIONS 128 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

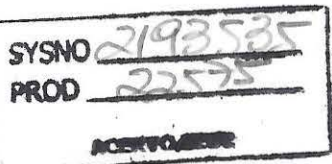
Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Project

Entrepreneurial Education: Contexts and Dynamics [View project](#)

Project

Multidisciplinary Studies - interactivity with different areas of knowledge [View project](#)



Coleta, Processamento e Caracterização dos Resíduos Alimentares do Lixo Domiciliar para uso na Alimentação de Frangos de Corte

Por Ednilson Viana, Harry Edmar Schulz, Adriana B. Noronha

RESUMO: Neste trabalho, os resíduos alimentares do lixo domiciliar foram obtidos através de coleta seletiva no bairro Santa Felícia da cidade de São Carlos - SP, processados e caracterizados química e microbiologicamente. Os resultados dessas análises apontaram ausência de elementos tóxicos (micotoxinas, metais pesados e pesticidas organoclorados) e microrganismos patogênicos. A composição nutricional básica do material obtido (fração de lixo), mostrou-se satisfatória quando comparada aos ingredientes comumente utilizados no arraçoamento de frangos de corte, como por exemplo o farelo de milho e o farelo de soja. A granulometria e odor também foram adequados, mostrando que o componente tem condições de ser utilizado na alimentação de frangos de corte, não considerando aqui uma avaliação "in vivo".

1. INTRODUÇÃO

A fração orgânica contida nos resíduos sólidos domiciliares brasileiro é elevada, representando mais de 50% para a maioria das cidades no país.

Essa grande quantidade de resíduos orgânicos associada principalmente ao uso extensivo de lixões a céu-aberto, onde 76% dos municípios assim dispõem os seus resíduos (IPT, 1995), é motivo de preocupação às autoridades municipais, ambientalistas e profissionais ligados à área de resíduos sólidos.

Isto porque a decomposição da fração orgânica no lixo, em conjunto com os líquidos percolados ali presentes, forma um líquido escuro altamente poluente, denominado de chorume. O chorume, devido à sua constituição principalmente de metais pesados e elevada DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) (SCHALCH, 1984; ROCHA & NEDER, 1997), quando disposto de forma inadequada, pode atingir e contaminar corpos d'água superficiais ou subterrâneos, comprometendo não só o meio ambiente como também a saúde de toda uma população.

Por outro lado, a matéria orgânica quando disposta nos lixões a céu-aberto, conjuntamente a todo tipo de resíduo na superfície do solo, pode ainda propiciar a proliferação de muitos animais transmissores de doenças, que para ali se dirigem em

busca de alimento, como por exemplo o rato, mosquitos, barata, dentre outros vetores.

Além dos problemas expostos acima, a fração orgânica do lixo dificulta e encarece o processo de segregação dos resíduos recicláveis secos na coleta seletiva, bem como aumenta os custos da coleta convencional e da disposição nos aterros sanitários.

Diante desse quadro delicado de problemas causados pela fração orgânica no lixo e considerando o potencial energético e nutricional nela contido, a reciclagem tem apontado caminhos viáveis, seja pela vermicompostagem, biodigestão, compostagem ou mesmo a utilização como alimento para animais domésticos (porco e galinha).

Para facilitar o entendimento do uso dos resíduos orgânicos na alimentação animal, do qual se refere este trabalho, é preciso subdividi-los em duas classes principais: alimentares e não alimentares.

Os resíduos alimentares referem-se aqueles originados no preparo da alimentação humana, como as cascas de frutas e legumes, restos de arroz, feijão, verduras, etc. Os não alimentares são os demais resíduos orgânicos e incluem aqueles resultantes da poda de jardim e de árvores nas residências ou vias públicas, tais como galhos e folhas de árvores, restos de grama, restos de plantio, dentre outros.

No caso específico dos resíduos alimentares, o seu potencial nutricional é demonstrado desde épocas remotas pelo seu uso, sob a forma de "lavagem", como complemento na alimentação de animais domésticos tais como o porco e a galinha (LIMA, 1995), embora utilizados em situações duvidosas do ponto de vista sanitário. Além disso, estudos de produção (custo/viabilidade econômica), caracterização e métodos de processamento mais adequados, são ainda muito precários nessa área.

Nesse contexto de dificuldades e carências delineadas pelos resíduos orgânicos é que se insere este trabalho, buscando através da prática da reciclagem dos resíduos alimentares, a produção de um componente viável sanitária e nutricionalmente e que possa ser utilizado na alimentação de frangos de corte, tendo em vista uma avaliação futura. Indiretamente, esse tipo de

reciclagem poderia ainda permitir a redução da fração orgânica disposta nos aterros ou nos lixões, o que provocaria redução de custos de coleta, transporte, disposição e de possíveis prejuízos ambientais e sanitários dentro da nossa estrutura bastante frágil de disposição dos resíduos sólidos urbanos.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho envolveu uma série de etapas consecutivas, desde a coleta seletiva dos resíduos, o seu processamento e a caracterização do componente final obtido como um ingrediente para ração frangos de corte. Essas etapas são descritas a seguir.

2.1. Coleta Seletiva e Processamento

A coleta seletiva foi feita em um bairro de classe popular (Santa Felícia) da cidade de São Carlos – SP por um período de 60 dias.

Inicialmente sorteou-se 3 ruas do bairro onde foram contactadas e visitadas 26 residências.

As informações sobre a importância e objetivos do trabalho foram veiculados utilizando-se de folheto explicativo e comunicação verbal.

Uma lixeira com capacidade para 10 litros e sacos plásticos de cor leitosa (40x60 cm) foram cedidos aos moradores participantes da coleta seletiva para separarem os seus resíduos alimentares gerados.

A coleta foi feita no período da manhã (entre 8 e 9:00 hs), durante 60 dias e os resíduos transportados para o Laboratório de Resíduos Sólidos da USP/ São Carlos, onde eram pesados (avaliação quantitativa) e avaliada a qualidade da separação dos resíduos segregados pela população.

O processamento dos resíduos foi feito através de trituração em triturador desintegrador/picador (Figura 1). A massa obtida nesse processo foi autoclavada a uma temperatura de 121°C por 15 minutos, e submetido à secagem em estufa com ventilação forçada a 60°C por 24 horas e depois ao sol por 2 dias. O material resultante da secagem, foi denominado de ração de lixo, e submetido às análises químicas e microbiológicas.



Figura 1
Triturador utilizado no processamento dos resíduos alimentares do lixo domiciliar.

2.2. Análise Química

As análises químicas efetuadas para a ração de lixo envolveram as análises de micotoxinas, metais pesados, pesticidas organoclorados,

vitaminas e aminoácidos, análises bromatológicas e energia metabolizável. Estas análises são descritas brevemente a seguir:

a) **Análise de Micotoxinas:** Dentre todas as micotoxinas hoje conhecidas, as mais prejudiciais à avicultura são as aflatoxinas (B1, B2, G1, G2). A metodologia empregada na análise de aflatoxinas foi o método II descrito pela A.O.A.C. (1984) e modificado por SABINO (1989).

b) **Análise de Metais Pesados:** Essa análise foi feita para os metais Níquel, Cádmio, Chumbo e Cromo, seguindo a metodologia descrita por MALAVOLTA *et al.* (1989).

c) **Análise de Pesticidas Organoclorados:** Foram rastreados os seguintes pesticidas: Endrin, Endosulfan I, Endosulfan II, Endosulfan Sulfato, 4,4' – DDD ou TDE (tetraclorodifeniletano), 4,4' – DDT (diclorodifeniltricloroetano), Endrin Aldeído, Metoxicloro, Lindano, Heptacloro, Aldrin, Heptacloro Epóxido, 4,4' – DDE (diclorodifeniletano) e Dieldrin. A metodologia utilizada foi a descrita pela A. O. A. C. (1975).

d) **Análise de Vitaminas e Aminoácidos:** A análise de vitaminas foi feita para as vitaminas B1, B2, B6, PP, A, beta-caroteno, alfa-caroteno, alfa/beta e gama tocoferol, vitamina E e vitamina D. A metodologia utilizada nessa análise foi MANZ & PHILIP (1988); LAN *et al.* (1984); MANZ & PHILIP (1981); STRECHER & HENNING (1967); VAN DE WEERDHOF *et al.* (1973); WILLS *et al.* (1977); CARVALHO *et al.* (1992); BUI (1987). Os aminoácidos analisados foram o ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutâmico, prolina, glicina, alanina, cistina, valina, metionina, isoleucina, leucina, tirosina, fenilalanina, lisina, histidina, triptofano e arginina.

e) **Análises Bromatológicas:** A análise bromatológica compreende a determinação de matéria seca, proteína, extrato etéreo (gordura), fibra, cinza e extrativos não-nitrogenados (Fibra Detergente Neutra e Fibra Detergente Ácida). Para o material em questão, essa análise foi feita conforme metodologia descrita pela A.O.A.C (1990).

f) **Análise de Energia Metabolizável:** Os ensaios para a determinação da Energia Metabolizável foram realizados seguindo os procedimentos da "Metodologia Tradicional de Coleta Total com Galos", descrito por SIBBALD (1976). Esta análise é fundamental na manipulação de rações, pois indica a disponibilidade dos nutrientes presentes no material analisado de serem metabolizáveis pelo organismo em estudo.

g) **Análise Microbiológica:** Foram analisados os principais microrganismos patogênicos, principalmente para a avicultura, tais como

Salmonella, Enterobactérias (*E. coli*) e bolores e leveduras. A metodologia utilizada foi a publicada no Diário Oficial (DO), Seção I, de 17 de setembro de 1991.

3. RESULTADOS

A etapa de coleta seletiva efetuada no bairro Santa Felícia da cidade de São Carlos - SP, mostrou boa segregação dos resíduos alimentares por parte da população. O contato com as pessoas que participaram da atividade de coleta seletiva (as famílias das diferentes residências) permitiu verificar que este tipo de atividade é bem visto pela população de forma geral e é rapidamente assimilado.

O valor médio de resíduos alimentares gerados em cada residência por dia foi de 1,5 kg para a época do ano estudada (outubro a dezembro). A distribuição semanal da quantidade de resíduos coletados (kg/dia), mostrou que a maior quantidade de resíduos alimentares eram gerados no Domingo e coletados na segunda-feira, conforme pode ser visto no Gráfico 1.

A coleta foi feita para um total de 26 residências, que representava aproximadamente 40 kg diários de resíduos alimentares, o limite para a escala de processamento dos equipamentos com os quais se estava trabalhando.

Os resíduos analisados durante a trituração apresentaram características muito diversas, havendo a predominância de arroz e cascas de laranja. Notou-se ainda que, em alguns dias, havia quantidades razoáveis de pó-de-café, cascas de ovos, ossos e restos de frangos crus. Quanto aos legumes e verduras, havia presença notória de cascas de chuchu, cascas de batata e folhas de couve.

Raramente, o resíduo recolhido apresentou em sua composição pedaços de bifes ou carne bovina e suína, mesmo porque muitas das residências possuem animais de estimação como cães e gatos, que consomem esse tipo de rejeito.

Gráfico 1



Variação da quantidade de resíduos alimentares coletados em função do dia da semana.

É interessante notar que o aspecto final (coloração) do componente processado, era consequência da predominância de um determinado resíduo. Por exemplo, quando havia grandes quantidades de vegetais, a massa adquiria um tom esverdeado e quando havia muita casca de laranja a massa ficava amarelada. Isto também influenciava a coloração final do material após a secagem, onde ocorrem praticamente dois tipos de tons: amarelados (muita casca de laranja) ou "levemente amarronzados" (demais resíduos).

O grau de umidade do material triturado foi de aproximadamente 80%. Esse elevado grau de umidade dificultou o processo de trituração, sendo necessário estabelecer uma ordem de entrada destes no triturador. Assim, eram triturados primeiro aqueles com pouca umidade, como o pão, e por último os de grande umidade, como as cascas de frutas e de legumes em geral. Havia situações em que a presença de cascas de melancia favorecia o processo de trituração, fornecendo mais água à massa dos resíduos e tornando o material mais úmido e menos pegajoso às facas do triturador.

A forma mais adequada de se reduzir a granulometria dos resíduos alimentares em questão foi através de triturador forrageiro de facas, e peneira de 5 mm de espessura (Figura 2b). Para as bolotas maiores formadas no decorrer da secagem, foi utilizada a peneira de 10 mm (Figura 2c) e logo após a secagem desse material houve uma nova trituração, utilizando-se peneira de 3 mm (Figura 2a). É importante notar que as duas últimas triturações foram extremamente rápidas, pois o material já estava relativamente seco.

Figura 2

Peneiras utilizadas no triturador para trituração dos resíduos alimentares do lixo domiciliar: (a) 3 mm (b) 5 mm e (c) 10 mm



3.1. Conclusão

Em relação a composição física dos resíduos esterilizados pode-se dizer que os resíduos que absorvem ou possuem muita umidade, como fraldas e alimentos, dificultam a realização das etapas de injeção de vapor e de realização de vácuo. Isto implica em um acréscimo no tempo necessário para que o processo seja concluído.

O equipamento utilizado para o tratamento dos RSSS no Hospital Geral atende as necessidades de tratamento destes, para as condições em que foram

realizados os testes. Fazendo-se uma relação entre a capacidade mássica e o tempo de esterilização do equipamento, e considerando-se 24 horas de operação por dia, verifica-se que o equipamento apresenta capacidade para tratar uma quantidade três vezes maior de resíduos do que a quantidade gerada no período de realização do estudo.

Quanto a eficiência do processo de esterilização no que se refere a destruição de microrganismos patogênicos presentes na massa de resíduos, pode-se dizer, com base nos testes realizados com o bioindicador *Sterikon® plus*, contendo esporos do microrganismo *Bacillus stearothermophilus*, que o processo de esterilização foi eficiente, pois os microrganismos foram eliminados.

Conclui-se, portanto, que o processo de esterilização dos RSSS por calor úmido e microondas é uma boa alternativa para o tratamento dos resíduos infectantes, uma vez que apresentou-se eficiente na destruição dos microrganismos patogênicos, e atendeu à geração do estabelecimento, além de tratar-se de uma tecnologia limpa.

Figura 3



Aspecto do material obtido do processamento dos resíduos alimentares do lixo domiciliar (ração de lixo).

Após a secagem, a quantidade de material obtido dos resíduos alimentares do lixo domiciliar foi de aproximadamente 4 a 5 vezes menor que a quantidade da massa inicialmente úmida.

A ração de lixo (Figura 3) apresentou ótimo aspecto, odor e granulometria, com aparência semelhante à da ração comercial.

Componentes tóxicos, tais como micotoxinas (aflatoxinas), metais pesados e pesticidas organoclorados, não foram encontrados na ração de lixo, conforme análises químicas realizadas.

As análises bromatológicas e de energia metabolizável mostraram fração elevada de lipídios (extrato etéreo) e boa composição em proteína, fibras, cálcio e energia metabolizável, em comparação com o farelo de milho e o farelo de soja (Tabela 1). Percebe-se pela Tabela 1, que a ração de lixo apresenta boa qualidade nutritiva, corroborada pelo excelente valor de energia metabolizável (3483 Kcal/kg).

Os valores encontrados para as vitaminas analisadas foram muito baixos quando comparados com o farelo de milho e o farelo de soja, provavelmente devido ao processo térmico empregado no tratamento

Tabela 1

Nutrientes	Ingrediente de Lixo	Farelo de Milho	Farelo de Soja
proteína (%)	12,95	8,5	44
extrato etéreo (%)	8,59	4,97	0,79
ácido linolêico (%)	0	1,84	0,4
fibras (%)	8,65	3,02	7
matéria mineral (%)	7,99	-	-
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3483	3416	2240

Resultado da análise bromatológica da ração de lixo, comparado com os nutrientes do farelo de milho e do farelo de soja, descritos na literatura por FIALHO & ALBINO (1983) e NRC (1994)

dos resíduos. Conforme verificado na Tabela 2, houve a presença marcante de carotenóides e de alguns tipos de tocoferóis, precursores de vitamina E e vitamina A.

Seguem na Tabela 3 valores dos aminoácidos analisados e na Tabela 4 minerais analisados.

Tabela 2

Vitaminas Analisadas	Ingrediente de lixo	Farelo de Milho	Farelo de Soja
Vitamina B1 (mg/kg)	nd < 0,03	3,5	4,5
Vitamina B2 (mg/kg)	0,00002	1,0	2,9
Vitamina B6 (mg/kg)	0,00402	7,0	6,0
Vitamina PP (mg/kg)	6,44	**	**
Vitamina A (UI/kg)	nd < 150	**	**
Beta-caroteno (mg/100g)	18,17	**	**
Alfa-tocoferol (mg/100g)	0,71	**	**
Beta-tocoferol (mg/100g)	nd < 0,01	**	**
Gama-tocoferol (mg/100g)	0,88	**	**
Delta-tocoferol (mg/100g)	0,25	**	**
Tocoferol Total (mg/100g)	1,84	**	**
Vitamina E (UI/kg)	10,0	22,0	2,0
Vitamina D (UI/kg)	nd < 150	**	**

Vitaminas analisadas para a ração de lixo, comparado com as vitaminas encontradas no farelo de milho e no farelo de soja e descritas na literatura por FIALHO & ALBINO (1983) e NRC (1994).

nd = não detectado / ** = não encontrado na literatura consultada

As análises microbiológicas feitas mostraram ausência de *Salmonella*, *E. coli* e bolores e leveduras.

O custo de produção da ração de lixo foi de aproximadamente R\$ 0,16 por kg para o experimento em questão, relativo às etapas de processamento, ou seja, coleta, trituração, esterilização e secagem. O aumento na escala de produção deve conduzir a uma diminuição desse custo unitário, tendo em vista que o custo do farelo de milho e do farelo de soja são respectivamente R\$0,18 e R\$0,30, de acordo com a estação do ano.

Uma análise completa da relação custo/benefício

Tabela 3

Aminoácidos Analisadas	Ingrediente de lixo	Farelo de Milho	Farelo de Soja
arginina (%)	0,34	0,38	3,14
glicina (%)	0,70	0,33	1,90
serina (%)	0,51	0,37	2,29
histidina (%)	0,33	0,23	1,17
Isoleucina (%)	0,45	0,29	1,96
leucina (%)	0,80	1,00	3,39
lisina (%)	0,50	0,23	2,71
cistina (%)	0,10	0,17	0,64
metionina (%)	0,16	0,17	0,62
Fenilalanina (%)	0,52	0,38	2,16
tirosina (%)	0,34	0,3	1,91
treonina (%)	0,41	0,29	1,72
triptofano (%)	nd	0,06	0,74
valina (%)	0,57	0,40	2,07

Aminoácidos analisados para a ração de lixo, comparado com os aminoácidos encontradas no farelo de milho e no farelo de soja e descritos por FIALHO & ALBINO (1983) e NRC (1994).

nd = não detectado

que se obtém na produção desse tipo de material e que está além do escopo deste trabalho, deve considerar ainda o custo ambiental evitado pela

Tabela 4

Minerais Analisados	Ração de lixo	Farelo de Milho	Farelo de Soja
fósforo disponível (%)	0,4	0,27	0,55
cálcio (%)	1,3	0,02	0,29
potássio (%)	0,8	0,26	1,05
cloro (%)	nd	0,04	0,05
ferro (mg/kg)	0,0012	45	120
magnésio (mg/kg)	0	1200	2700
sódio (%)	0,0117	0,02	0,091
cobre (mg/kg)	0,0005	3	22
selênio (mg/kg)	nd	0,03	0,1
iodo (mg/kg)	nd	18	0
Manganês (mg/kg)	0,001195	7	29
zinco (mg/kg)	0,001612	18	40

Minerais analisados para a ração de lixo, comparados com os encontrados no farelo de milho e no farelo de soja e descritos na literatura por FIALHO & ALBINO (1983) e NRC (1994).

nd = não detectado

reciclagem dos resíduos alimentares dos resíduos sólidos domiciliares. Tais custos referem-se à economia de aterro, coleta e transporte dos resíduos sólidos no meio urbano; aos custos evitados pela recuperação de áreas e corpos d'água contaminados pelo chorume dentro da nossa realidade de lixões a céu-aberto e os danos evitados à saúde da população.

4 - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

4.1 - Conclusões

Considerando que a ração de lixo não contém substâncias tóxicas (micotoxinas, metais pesados e pesticidas organoclorados), microrganismos patogênicos, elevados nível de energia metabolizável e boas características nutricionais e físicas, pode-se dizer, portanto, que ela apresenta condições básicas satisfatórias para ser utilizados na alimentação de frangos de corte, não considerando aqui uma avaliação "in vivo".

4.2 - Perspectivas

Tendo em vista a dificuldade encontrada durante a secagem dos resíduos e levando em consideração o alto índice inicial de umidade da massa de resíduos formada após a trituração (80%), é de grande valia o desenvolvimento de métodos que permitam uma secagem mais rápida e de custo reduzido. Isso porque, a secagem ao sol, utilizada neste trabalho, é um método lento e limitado às estações de estiagem (Maio a Outubro no Estado de São Paulo).

Outros resíduos como os de churrascarias, do Ceasa e de feiras e mercados, em conjunto com os domiciliares, poderiam compor um ingrediente talvez mais completo do ponto de vista nutricional, fornecendo mais proteína e minerais ao componente final, o que seria de grande importância na alimentação avícola.

5 - AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à FAPESP que, através dos processos 95-8993-9 e 96-8126-6 possibilitou a execução do presente trabalho.

Ao CNPq pela concessão de bolsa no primeiro ano de doutorado.

Bibliografia

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC) (1975), *Official methods of analysis*. 12. ed. Washington, D. C. p.44.
ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC) (1984), *Official methods of analysis*. 14. ed. Washington, D. C.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC) (1990), Official methods of analysis. 15. ed. Arlington, p.1298.

BUI, M. H. (1987) Sample Preparation and Liquid Chromatographic Determination of Vitamin in Food Products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, v 70, nº 5, p. 802-805.

CARVALHO, P. R. N.; COLLINS, C. A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. (1992) Comparison of Provitamin A Determination by Normal-Phase Gravity-Fow Column Chromatography and Reserved. *Chromatographia*, v.33, p. 133-137.

Diário Oficial do Estado de São Paulo (DOESP) (1º de abril de 1998) v. 108, nº 62, p. 1-43, Seção 1, Suplemento.

FIALHO, E. T. & ALBINO, L. F. T. (1983) *Tabela de Composição Química e Valores Energéticos de Alimentos para Suínos e Aves*. Concórdia, SC., EMBRAPA-CNPSA, p. 23.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1995) - Lixo Municipal - Manual de Gerenciamento Integrado", Publicação IPT 2163.

LAN, F. L. HOLCOMB, I. J.; FUSARI, S. A. (1984) Liquid Chromatography Assay of Ascorbic Acid, Niacinamide, Piridoxine, Thiamine and Riboflavin in Multivitamin Mineral Preparations. *J. Assoc. Anal. Chem.* v. 67, Nº 5, p. 1007-1011.

LIMA, L. M. Q. (1995) Tratamento e Biorremediação de Lixo. Hemus Editora Ltda. São Paulo.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. (1989) Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. p. 201.

MANZ, U. & PHILLIP (1981) A Method the Routine Determination of Tocopherols in Animal Feed an Human Foodstuffs eth the Aid of High Performance Liquid Chromatography Internat. *J. Vit. Nutr. Res.*, v. 51, p.342-48..

MANZ, U. & PHILLIP (1988) Determination of Vitamin A in Complete Foods and Premixes with HPLC. in: *Analytical Methods for Vitamins and Carotenoids in Food*.

ROCHA, A. A. & NEDER, L. T. C. (1997) Agravos Sanitários e Ambientais Decorrentes do Tratamento e/ou Disposição de Resíduos Sólidos nas Áreas de Proteção de Mananciais – RMSP. Revista ABLP, p. 7-14.

SABINO, M. ; PRADO, G.; INOMATA, E. I.; PEDROSO, M. °; GARCIA, R. V. (1989) Natural Occurrence of Aflotoxins and Zearalenone in Maize in Brazil. Part II. *Food Additives and Contaminants*. 6(3):327-31.

SCHALCH, V. (1984) Produção e Características do Chorume em Processo de Decomposição de Lixo Urbano, 103p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

SIBBALD, I. R. (1976) A Bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poult. Sci.*, Champaign, v.55, p. 303-308.

STANDARD METHODS (1992) *For the Examination of Water and Wastewater*, 18ª edição, ed. New York, APHA, AWWA, WFF.

STRHECHER, R. and HENNING, H. M. (1967) Analisis de Vitaminas: *Metodos Comprobados*. Madrid: Paz Montalvo, p. 80-89, 122-133.

WILLS, R. B. H. ; SHAW, C. G.; DAY, W. R. (1977) Analysis of Water Soluble Vitamins by High Performance Liquid Chromatography. *Journal of Chromat. Sci.*, v.15, p. 262-265.

Ednilson Viana

Biólogo (UNESP/S.J. Rio Preto); Mestre em Química Analítica (IQSC – USP); Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento (EESC) –USP; Pós-doutorando em Engenharia Civil (UFSCar)

Harry Edmar Schulz

Engenheiro Civil (FURB); Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento (EESC-USP); Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento (EESC-USP); Pós-doutorado em Simulação de Escoamentos Turbulentos na Universidade Karlsruhe (Alemanha); Livre-docente (EESC-USP); Pós-doutorado em Medição de Escoamentos Turbulentos na Universidade Karlsruhe (Alemanha); professor na EESC-USP/São Carlos.

Adriana B. Noronha

Matemática (IME-USP); Mestre em Matemática Computacional (ICMSC – USP); Doutora em Engenharia Elétrica (FEEC – UNICAMP); Professora da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEARP/USP).

Trabalho baseado na tese de doutorado do primeiro autor (ednviana@zipmail.com.br), sob a orientação do segundo autor.