11111-205

we
ANTONIO DAL FABBRO

Ø

ASPECTOS DA DISPOSIÇÃO E TRATAMENTO CONJUNTOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS E ESGOTOS

Dissertação apresentada à Faculdade de Saúde Pública
da Universidade de São Paulo (Departamento de Saúde
Ambiental) para obtenção do título de Mestre.
Orientador - Professor Walter Engracia de Oliveira.

SÃO PAULO
1976

"Os problemas do ambiente, à margem de esquemas teóricos ou instrumentais, apresentam dimensões diferentes segundo as áreas onde se encontram e os países que afetam. É por isso que constituem um fenômeno de palpitante atualidade, com sérias repercussões futuras"*.

*Ata da Sessão de Encerramento do 1º Congresso Iberoamericano do Meio-Ambiente¹⁴, Madrid, 17/10/1975.

A

Therezinha, minha irmã,
este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Convictos de que toda pesquisa é fruto do labor de um grupo, torna-se para nós questão de foro íntimo agradecer àqueles a quem devemos a realização deste trabalho:

- Ao Professor Walter Engracia de Oliveira, pela orientação segura e interessada, chegando, inclusive, a ceder-nos sua biblioteca particular durante a árdua etapa de levantamento bibliográfico.
- Ao Núcleo de Pesquisas e Publicações da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, cujo respaldo financeiro através de bolsa de estudos, possibilitou nossa dedicação integral à presente pesquisa.
- Ao Professor Naim Sawaya, livre-docente do Departamento de Medicina Preventiva da Escola de Medicina da Universidade de São Paulo que, lendo os originais e alvitando-nos preciosas mudanças no texto, reiterou-nos mais uma vez seu apreço pelo discípulo e amigo.
- Ao Engenheiro Pedro Alêm Sobrinho, professor-assistente do Departamento de Hidráulica da Escola

Politécnica da Universidade de São Paulo, pela pronta e desprendida colaboração no trato da bibliografia.

- Consignamos ao Professor Doutor Fábio Luiz Marioto, Chefe do Departamento de Informática e Métodos Quantitativos da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, nosso agradecimento mais sincero, pelo incentivo que nos honrou em conceder ao longo desta investigação.
- O Sr. Aristides Franklin Mesquita, encarregado do Centro de Processamento de Dados da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, merece de nós especial agradecimento, porquanto, em horas roubadas ao seu descanso, datilografou-nos os primeiros originais.
- Às bibliotecárias da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, Daisy Pires Noronha, Maria Cecília Ferreira de Figueiredo e Irene Lerche Eleutério, nossos agradecimentos pela presteza com que nos atenderam durante a redação do presente trabalho.
- Constituiria, ainda, extrema injustiça se aqui não estampássemos a mais profunda gratidão à Marisia, minha querida esposa, cujo carinho e apoio constantes deu-nos ânimo para levar a cabo este

desiderato; e à Ana Beatriz e à Ana Carolina, minhas queridas filhinhas, de quem subtraí infundáveis horas de terno convívio, no decurso deste labor.

ANTONIO DAL FABBRO

São Paulo, dezembro de 1976.

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	9
1.1. Origens e evolução do problema	10
1.2. Conceitos e definições	19
1.3. Classificação dos resíduos sólidos..	22
1.4. Características dos resíduos sólidos	24
1.5. Resíduos sólidos no Município de São Paulo	34
1.6. Política oficial para os resíduos <u>s</u> ólidos	38
2. O TRITURADOR DOMÉSTICO	40
2.1. Histórico	41
2.2. Descrição sucinta	45
3. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA	48
3.1. Sobre a coleta, transporte, tratamen to e/ou disposição dos resíduos <u>s</u> ólidos	52
3.2. Sobre a população de ratos	56
3.3. Sobre a população de moscas	57
3.4. Sobre o consumo de água	60
3.5. Sobre as instalações prediais	63
3.6. Sobre a vazão dos esgotos	65
3.7. Sobre as modificações da composição dos esgotos	69

	Pág.
3.8. Sobre as obstruções na rede coletora de esgotos	87
3.9. Sobre as cargas adicionais às estações de tratamento de esgotos	96
4. COMENTÁRIOS	106
5. CONCLUSÕES	128
RESUMO	134
SUMMARY	135
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
APÊNDICE (Conversão de Unidades)	149

* * *

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1. ORIGENS E EVOLUÇÃO DO PROBLEMA

O afastamento e destino dos resíduos sólidos é, sem dúvida, desde tempos recuados, um dos importantes problemas do saneamento do meio. GILBERTSON²⁹ afirma que a solução encontrada pelas antigas tribos nômades para se desfazerem dos detritos domésticos, foi o abandono do sítio que habitavam, à procura de outros lugares mais limpos.

Embora, na Idade Antiga, egípcios, gregos e romanos tenham legado às civilizações que a eles sucederam, interessantes processos de disposição final de detritos, na Idade Média, o destino habitualmente dado aos resíduos das habitações, ainda, era a rua, "onde numerosos animais deles se nutriam"; somente em 1607, sob Henrique IV, proibiu-

se, em Paris, lançarem-se ao passeio público "águas e imundícies pelas janelas tanto à noite como durante o dia", conforme nos atesta "Electricité de France"²⁷.

A partir dos fins do século passado, todavia, começamos a nos deparar com situações cada vez mais graves criadas pelos novos padrões de vida trazidos pela civilização industrial, pois, se a questão básica, nos séculos anteriores, era a do destino das águas imundas, os resíduos sólidos passaram, então, a destacar-se dentro da vasta gama de problemas com que se defronta o sanitarista*. Observamos, a partir desta época, paralelamente às mudanças iniciadas na composição dos resíduos sólidos, que a contribuição "percapita" registrou aumento contínuo. Como ilustração, podemos consultar o GRÁFICO 1 e observar, para a cidade de Paris, dois pontos relativamente próximos (1950 e 1969) revelando os valores 269 kg/cap/ano e 356 kg/cap/ano, bastante diferentes.

* Nota histórica ao fim do sub-item 1.1.

GRÁFICO 1

EVOLUÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO INDIVIDUAL ANUAL MÉDIA DE
RESÍDUOS SÓLIDOS PARA A CIDADE DE PARIS

FONTE: FRANÇA, Electricité de France, Service Na
tional²⁷.

Segundo RIBEIRO DA LUZ⁵⁸, o fenômeno constatado em Paris não é caso particular, mas uma tendência geral em todas as concentrações urbanas: recorrendo-nos à TABELA 1, verificamos que a contribuição atual de 6,35 l/cap/dia para a região sudeste da Grande São Paulo passará para 8,90 l/cap/dia em 1993.

Em alusão à cidade do Rio de Janeiro, SENGES⁶³ nos informa que, em correspondência ao crescimento demográfico, à taxa de 3%/ano, a contribuição "per capita" em resíduos sólidos vem aumentando à razão de 10%/ano; menciona, também, ser de 3.000 ton/dia, no Rio de Janeiro e, 4.100 ton/dia, em São Paulo, as quantidades de resíduos sólidos atualmente coletadas.

O aumento populacional constante e o crescimento urbano acelerado, somados à crescente contribuição "per capita" dos resíduos sólidos, têm levado, pois, o sanitarista a procurar uma solução racional para o tratamento e/ou disposição final do lixo urbano. Referindo-se a essa problemática, EN

TABELA 1 - PROJEÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO "PER CAPITA",
DIÁRIA, MÉDIA, DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA
A REGIÃO SUDESTE DA GRANDE SÃO PAULO PA
RA OS ANOS DE 1972 a 1993

A N O	CONTRIBUIÇÃO INDIVIDUAL (l/cap/dia)
1972	5,87
1973	5,99
1974	6,11
1975	6,23
1976	6,35
1977	6,48
1978	6,61
1979	6,74
1980	6,88
1981	7,02
1982	7,16
1983	7,30
1984	7,44
1985	7,59
1986	7,75
1987	7,90
1988	8,06
1989	8,22
1990	8,38
1991	8,55
1992	8,72
1993	8,90

FONTE: GE GRAN⁶¹.

GRACIA DE OLIVEIRA²¹ assim se pronuncia:

"O saneamento do lixo constitui, dada sua importância sanitária, econômica e de bem-estar, um dos sérios problemas de Saúde Pública com que se defronta a humanidade, notadamente nos tempos que atravessamos em que as cidades, infelizmente, têm crescido demasiadamente, agravando-se os serviços públicos em geral.

A sua solução depende de estudos e projetos em que as condições locais e regionais devem ser devidamente equacionadas e deve ser encarada como um problema de engenharia, especialmente de engenharia sanitária...".

Uma das modernas propostas de solução, pelo menos parcial, do problema ora levantado, se configura no lançamento dos resíduos sólidos orgânicos biodegradáveis, previamente triturados, à rede de esgotos. Afirma-se, consoante MCKINNEY & MAHLOCH⁴⁵, que os esgotos sanitários apresentam uma grande capacidade de transporte de materiais sólidos, ainda não aproveitada: "por esta única razão, é natural que se examine o uso desta capacidade adicional...".

Referindo-se, aliás, ao lançamento dos resíduos sólidos à rede de esgotos, COHN¹⁰, em 1934, talvez, num dos primeiros trabalhos acadêmicos sobre o tema, cunhou a expressão "*disposição dual*" para significar "a mistura de esgotos e restos de alimentos triturados, com a posterior descarga nos coletores domésticos, seu transporte através dos esgotos sanitários e disposição final nas estações de tratamento de esgotos como um resíduo líquido misto".

O triturador, em si, "um inocente aparelho", no dizer de RANKIN⁵², situa-se, entretanto, na posição controversa de ser considerado por alguns autores como fundamental, nos dias futuros, para a disposição final de resíduos sólidos, e por outros, apenas como elemento conturbador dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos.

É dentro deste contexto, pois, que nos propusemos, neste trabalho, a estudar as implicações do uso do triturador domiciliar de resíduos sólidos. Seu estudo criterioso se justifica, porquan

to, ao retirar do lixo boa parcela da matéria orgânica putrescível e adicioná-la aos esgotos sanitários, pode trazer vantagens e desvantagens a serem exaustivamente analisadas.

NOTA HISTÓRICA:

OWEN⁴⁸, em interessante estudo publicado em 1949, condensa alguns aspectos históricos das destinações, através dos tempos, dos detritos provenientes da atividade humana. Seguem abaixo alguns excertos de seu trabalho:

- Dentre as ruínas romanas, o visitante encontrará uma coluna com a inusitada inscrição: "Coloque seus detritos longe ou será penalizado".
- Mesmo o aterro sanitário, de uso pouco frequente, ainda, nos dias atuais, não é uma técnica tão moderna como se poderia pensar. Em Creta foi restaurado um antigo aterro datado de 1900 a.C., com características surpreendentemente semelhantes às indicadas pelas modernas normas de engenharia sanitária: tinha sido uma pedreira dentro da qual os detritos públicos eram acumulados e cobertos com terra, ambos em camadas alternadas. Foi, provavelmente, nosso primeiro aterro sanitário controlado.
- No tempo dos Tudors e Stuarts, quando a peste era um espectro constante, a população mais modesta vivia em habitações de junco recoberto de lama; o piso era feito de fibras vegetais saturadas de imundícies apodrecidas sob outra camada, mais recente, de fibras espalhadas à espera de novas imundícies. A população obtinha o sal de co

zinha do salitre escavado nas proximidades; é sabido que o salitre naturalmente encontrado em várias partes do mundo, pode, porém, ser resultado da putrefação de restos animais e vegetais. As vielas estreitas recebiam os detritos das habitações próximas e o odor nauseabundo estatuiu o costume de se acenderem fogueiras durante a noite. Aliás, o termo inglês "bonfire", significando fogueira, é um híbrido cujo primeiro elemento, "bon", em francês, confere à expressão um designativo de fogo "com a grande virtude de purgar a atmosfera".

- Também, a prática, hoje, em algumas situações, bastante desaconselhável, de se utilizar o mar como depositário final de detritos "in natura", encontra, na Inglaterra do século XVIII, um curioso antecedente; testemunhas da época afirmam que a prática frequente foi abandonada em vista de "as redes dos pescadores estarem se tornando, com o tempo, cheias de chapéus e sapatos velhos".
- A incineração, em 1870, já encontrava, também, na Inglaterra, guarida como processo de tratamento. Nos vinte anos subsequentes, grande variedade de invenções foram desenvolvidas com esse objetivo. Uma das novidades consistia num "incinerador ambulante que, caminhando pela noite, qual um monstro aterrador, parava de porta em porta devorando os detritos adrede amontoados".
- Mais pelo fim do século passado, elevado número de grandes cidades inglesas depunham os resíduos em depressões ou empilhados ao tempo. Esta prática permitia a putrefação a céu aberto, e um escritor de então, a esse respeito, assim se pronunciava: "Resta, ao assim chamado século XIX, amontoar suas matérias orgânicas e deixá-las submeter-se à única transformação possível: putrefação! Somente quando todos os espaços disponíveis, buracos e minas abandonadas estiverem repletos, as autoridades partirão em busca de outros métodos de disposição".

1.2. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Consultando CALDAS AULETE⁶ verificamos que, etimologicamente, *lixo* se origina do latim *lix* (cinza) com significado de *sujo*.

CASTRO E SILVA⁹ define *lixo* como sendo "os resíduos sólidos de uma comunidade".

LOPES DOS SANTOS³⁹ assim se expressa: "entende-se por *lixo*, "sensu latu", o conjunto de resíduos originados das mais diversificadas atividades humanas, ou seja, tudo aquilo que, rejeitado e qualificado de inútil, não possa ser facilmente aproveitado".

GARCEZ²⁸ propõe a definição "*lixo* é resíduo sólido de atividade de um aglomerado urbano".

ENGRACIA DE OLIVEIRA^{18, 19, 20, 21} introduz um significado semelhante ao definir "*lixo*, de uma maneira geral, como os resíduos sólidos das atividades humanas".

ENGRACIA DE OLIVEIRA²¹, ainda, pugna pela expressão *resíduos sólidos*, "praticamente consagrada" em nossa língua uma vez que, assim, manteríamos uma certa uniformidade de nomenclatura com "resíduos líquidos e gasosos". Em outras línguas, inclusive, existem expressões correspondentes a *resíduos sólidos*: em castelhano, *desechos solidos*, em inglês, *solid waste*, em francês, *résidus solides*, em italiano, *rifiuti solidi*.

McGAUHEY⁴⁴ assevera, por sua vez, "que qualquer material se torna um resíduo quando o seu dono ou produtor não mais o considera com valor suficiente para conservá-lo".

MACHADO⁴¹, entretanto, lembra-nos que "a lei japonesa nº 137, de 1970, sobre a disposição de resíduos e limpeza pública, tem um conceito de resíduo sólido mais amplo, abrangendo "refugo de pequeno e grande porte, cinza, lama, excreções humanas, resíduos de óleo, resíduos alcalinos e ácidos, carcassas e outras asquerosas e desnecessárias matérias, as quais estejam no estado sólido ou líqui

do (excluindo os resíduos radioativos que poluam pe la radioatividade dos resíduos)".

Adotaremos, neste trabalho, sempre que possível, a expressão RESÍDUOS SÓLIDOS.

WILKEN⁶⁹ enfatiza que o resíduo sólido mais importante para o sanitarista são os restos de alimentos, uma vez que "falhas na coleta, transpor te e disposição dessa matéria, criam sempre condições insanitárias e inestéticas".

Introduzamos, pois, o conceito técnico de restos de alimentos:

- Define a "U.S. Department of Health, Education & Welfare"²³ como sendo restos de alimentos o "re síduo animal ou vegetal resultante do manuseio, preparo, cozimento e consumo de alimentos. Não inclui resíduos alimentares provenientes do processamento industrial".
- Também a "American Public Works Association"²⁴ pre leciona nessa mesma linha, conceituando: "Restos de alimentos são resíduos da preparação, cozimen to e consumo de alimentos; todos os resíduos ori

ginados na comercialização, manuseio, armazenagem e venda se incluem no termo". Acrescenta, ainda, que a expressão, ora definida, não inclui resíduos originados nas indústrias de empacotamento, matadouros e similares, nem grandes quantidades de alimentos deteriorados.

Repeliremos, por impreciso e inadequado, o dizer lixo de cozinha, empregado freqüentes vezes, em nosso meio, com o significado que pretendemos inculcar acima.

1.3. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A classificação é um assunto bastante complexo uma vez que os resíduos sólidos são extremamente variáveis na sua composição e origem. Parece-nos claro que a classificação comumente aceita nos Estados Unidos da América, possa não ser aplicada a um outro país de costumes e economia completamente diferentes como a Índia, por exemplo. Entretanto, para nossos objetivos, as classificações normalmente aceitas por autores nacionais e estrangeiros se aplicarão sem reparos.

Uma delas, bastante útil, é a de JOVE et alii³⁵:

- Resíduo sólido domiciliário:
 - . úmido ou fermentável;
 - . seco ou inerte.
- Resíduo sólido urbano:
 - . resultante da limpeza de lugares públicos.

Poderíamos tornar um pouco mais explícita esta classificação, quanto a resíduo sólido domiciliário, subdividindo-o em:

- Orgânico:
 - . putrescível - ex.: restos de alimentos, papéis, madeiras, etc.;
 - . não putrescível - ex.: plásticos.
- Não orgânico:
 - . Ex.: vidros, metais, etc.

EHLERS & STEEL¹⁷ acrescentam, ainda, à classificação de JOVE et alii³⁵, o resíduo sólido industrial, formado em decorrência da atividade industrial.

Ressalvemos, porém, ser a preocupação básica, deste nosso estudo, os resíduos sólidos originados do preparo da alimentação, definido no item 1.2. deste trabalho, como RESTOS DE ALIMENTOS.

1.4. CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A solução dos problemas envolvendo resíduos sólidos está estreitamente ligada à sua composição quantitativa e qualitativa, como também às suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Estudemos, pois, resumidamente, algumas características de sua composição e peso específico, porquanto, delas precisaremos em capítulos posteriores.

1.4.1. Fatores Intervenientes na Composição

Os resíduos sólidos produzidos por um aglomerado urbano apresentam variações de composição em função de uma série bastante grande de fatores. Baseando-nos em LOPEZ GARRIDO et alii⁴⁰ e em WILKEN⁶⁹, podemos apresentar como principais, os se

guintes:

- Renda "per capita";
- Tipo de sociedade;
- Tipo predominante de atividade;
- Clima.

Na realidade, os três primeiros fatores enumerados são interdependentes; deixando de lado, todavia, tal preocupação, podemos, em resumo, observar que:

- a renda "per capita", diferenciando costumes e níveis de vida, acarreta, para comunidades de maior renda média, um sensível acréscimo relativo de papéis, vidros, metais e plásticos, na contribuição individual de resíduos sólidos.

Mesmo uma rápida inspeção na TABELA 2 (onde aparece, para os Estados Unidos, a evolução da produção dos resíduos sólidos "per capita" em função do Produto Nacional Bruto "per capita") nos dará idéia do grau de dependência entre estas variáveis.

- O tipo de sociedade (sendo responsável por variações nos hábitos alimentares, nos vestuários, nas habitações) influi decisivamente na composição dos resíduos sólidos.

TABELA 2 - PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS "PER CAPITA" EM CORRESPONDÊNCIA AO PRODUTO NACIONAL BRUTO "PER CAPITA", ENTRE OS ANOS DE 1920 e 1968, PARA OS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DO NORTE.

A N O	PNB "PER CAPITA" (US\$)		PRODUÇÃO "PER CAPITA" DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM lb/dia (kg/dia)
	Em valor da moeda corrente	Em valor da moeda de 1958	
1920	835	1.307	2,70 (1,23)
1930	740	1.467	2,80 (1,27)
1940	761	1.740	3,10 (1,41)
1950	1.876	2.342	3,50 (1,59)
1960	2.788	2.699	4,20 (1,91)
1968	4.300	3.515	5,30 (2,41)

FONTE: ESTADOS UNIDOS, Institute for Solid Wastes of the American Public Works Association²⁴.

- O tipo de atividade predominante numa certa aglomeração urbana acarreta diferenças substanciais na composição dos resíduos sólidos: uma cidade industrial apresenta, evidentemente, um perfil de resíduos sólidos completamente diferente do perfil de resíduos de uma cidade de turismo.

Os dados da TABELA 3 mostram a composição para algumas cidades e regiões urbanas brasileiras, ressaltando a diversidade entre elas:

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO PERCENTUAL MÉDIA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PARA ALGUMAS CIDADES E REGIÕES URBANAS DO BRASIL.

COMPONENTES	CIDADE / REGIÃO		
	BRASÍLIA %	BELO HORIZONTE %	REGIÃO SUDESTE DA GRANDE SÃO PAULO %
Matéria orgânica	19,74	-	47,60
Papel	27,17	16,77	25,90
Metais	3,20	3,32	4,20
Vidro	2,83	2,07	2,10
Plásticos	2,37	1,90	4,30
Outros	44,69	75,94	15,90
T O T A L	100,00	100,00	100,00

FONTE: GEGRAN⁶¹.

- O clima, quando apresenta características de estações bem distintas, acaba por incutir marcante variação sazonal não só na contribuição "per capita", como também na própria composição dos resíduos sólidos. Nos países da Europa Ocidental, por exemplo, durante o verão, há um sensível aumento de restos de frutas e verduras; no inverno, há, contudo, maior participação de cinzas provenientes dos sistemas de calefação.

Como ilustração, apresentamos, tabularmente, para a Noruega (TABELA 4) e para a cidade de Paris (TABELA 5), dados pelos quais podemos constatar a composição dos resíduos sólidos em diferentes estações do ano.

TABELA 4 - VARIAÇÃO SAZONAL DA COMPOSIÇÃO PERCENTUAL MÉDIA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PARA A NORUEGA.

COMPONENTES	E S T A Ç Ã O	
	INVERNO %	VERÃO %
Cinzas	12	0
Matéria Orgânica	56	35
Papel	24	57
Metais	3	3
Vidro	5	2
Outros	0	3
T O T A L	100	100

FONTE: LOPES GARRIDO, J.; VIDAL FRANCISCO, M. & PEREIRA MARTINEZ, J.⁴⁰.

TABELA 5 - VARIAÇÃO SAZONAL DA COMPOSIÇÃO PERCENTUAL MÉDIA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PARA A CIDADE DE PARIS.

COMPONENTES	E S T A Ç Ã O					
	INVERNO			VERÃO		
	Jan. 1951 %	Mar. 1966 %	Jan. 1969 %	Jun. 1951 %	Jun. 1965 %	Set. 1968 %
Cinzas	62,3	42,3	29,7	37,0	24,3	18,2
Matéria orgânica	15,3	11,1	13,6	32,1	24,0	15,4
Papel	6,9	28,6	33,3	9,5	29,6	37,7
Metais	0,8	3,3	4,1	2,9	4,2	4,0
Vidro	3,3	3,9	5,1	4,7	3,9	6,1
Plásticos	-	0,8	1,7	-	1,0	2,3
Outros	11,4	10,0	12,5	13,8	13,0	16,3
T O T A L	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

FONTE: FRANÇA, Electricité de France, Service National²⁷.

1.4.2. Evolução da Composição

Em função dos fatores apontados no item 1.4.1., há a correspondente mudança, ao longo do tempo, da composição dos resíduos sólidos. A tendência geral é de aumento da participação de papéis, metais e plásticos e de diminuição de matérias orgânicas. Poderíamos explicar tal fato, lembrando-nos de que o aumento do poder aquisitivo e a consequente mudança de hábitos da população, a par da evolução tecnológica, introduziram no lar do homem ocidental alimentos já preparados que acabaram por influenciar a composição dos resíduos sólidos.

O exame das TABELAS 6 e 7 permite-nos ajuizar das mudanças havidas na composição dos resíduos sólidos para as cidades de Londres e de São Paulo.

TABELA 6 - COMPOSIÇÃO PERCENTUAL MÉDIA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PARA A CIDADE DE LONDRES EM 1888 e 1965.

COMPONENTES	A N O	
	1888 %	1965 %
Cinza	84,04	18
Matéria orgânica	4,61	13
Papel	4,28	50
Metais	1,00	6
Vidro	1,43	6
Plásticos	-	4
Outros	4,64	3
T O T A L	100,00	100

FONTE: RIBEIRO DA LUZ, Francisco Xavier⁵⁸.

TABELA 7 - EVOLUÇÃO DA COMPOSIÇÃO PERCENTUAL MÉDIA
DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PARA A CIDADE DE SÃO
PAULO.

COMPONENTES	A N O		
	1927 %	1957 %	1969 %
Matéria orgânica e inerte	82,5	76,0	52,2
Papel	13,4	16,7	29,2
Metais	1,7	2,3	7,8
Vidro	0,9	1,4	2,6
Plásticos	-	-	1,9
Outros	1,5	3,6	6,3
T O T A L	100,0	100,0	100,0

FONTE: RIBEIRO DA LUZ, Francisco Xavier⁵⁸.

1.4.3. Diminuição do Peso Específico

Como consequência direta das mudanças que ocorrem na composição dos resíduos sólidos discutidas nos parágrafos anteriores, observamos a diminuição do peso específico. Parece-nos bastante claro ser a concomitância entre o aumento de componentes leves (papel, plásticos) e a diminuição dos componentes pesados (cinzas, restos de alimentos), responsável por contribuições de resíduos sólidos com pesos específicos decrescentes. Esta é uma tendência verificada em todo o mundo; basta observarmos a cidade de Londres, que, segundo relato de RIBEIRO DA LUZ⁵⁸, em 1888, apresentava peso específico médio de resíduos sólidos igual a $357/\text{kg}/\text{m}^3$ e em 1965, já registrava o valor bastante inferior, de $196 \text{ kg}/\text{m}^3$.

A TABELA 8 reflete a situação para a cidade de São Paulo, onde, num prazo inferior a 50 anos se observou redução do valor do peso específico, praticamente, à metade.

TABELA 8 - EVOLUÇÃO DO PESO ESPECÍFICO MÉDIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PARA A CIDADE DE SÃO PAULO.

A N O	PESO ESPECÍFICO (kg/m ³)
1927	500
1957	300
1969	230

FONTE: RIBEIRO DA LUZ, Francisco Xavier⁵⁸.

1.5. RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

1.5.1. Características Gerais

Conforme o Departamento de Limpeza Pública da Prefeitura do Município de São Paulo⁶⁰, em publicação datada de 1975, a população servida pela coleta atingia a 6.180.000 hab., correspondendo a 90% da população do município. É, segundo o mesmo órgão, o único serviço público da cidade a atingir tal amplitude.

Previa-se, para 1975, uma produção de resíduos sólidos da ordem de 2,9 l/cap/dia, a um peso específico de 210 kg/m^3 , aproximadamente, excluídos os resíduos sólidos das grandes indústrias; equivale esta produção, em volume, à produção, em peso, de 610 g/cap/dia.

Baseando-se na taxa de crescimento da população de 5% ao ano, a mesma publicação estima que, em futuro próximo, incluindo-se os resíduos sólidos industriais, estimados em 50% do total, a quantidade a coletar estará por volta de 6.300 ton/dia. Segundo a mesma fonte, ainda, a composição, para o ano de 1971, teria sido a figurada na TABELA 9.

1.5.2. Coleta

A coleta domiciliar é feita em dias allternados desde 1965, acarretando uma economia de 30% em relação ao custo da coleta diária, usada apenas no centro da cidade.

TABELA 9 - COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PARA O MUNICÍPIO DE SÃO PAULO EM 1971, NÃO COM-
PUTADOS OS RESÍDUOS INDUSTRIAIS.

COMPONENTES	COMPOSIÇÃO ABSOLUTA ton.	COMPOSIÇÃO RELATIVA %
1. Papel	32.445,8	19,4
2. Papelão	7.785,7	4,7
3. Madeira	5.347,6	1,9
4. Trapos	3.165,6	3,2
5. Couro	2.417,6	1,5
6. Plásticos duros ..	1.376,0	0,8
7. Plásticos moles ..	2.992,7	1,8
8. Latas	10.693,9	6,4
9. Ferro	850,5	0,5
10. Vidros	5.419,6	3,2
11. Louça	1.131,5	0,7
12. Ossos	380,5	0,2
13. Verduras e frutas.	31.706,8	19,0
14. Folhagem e flores.	4.106,5	2,5
15. Restos de alimentos	12.348,5	7,4
16. Terra	7.602,8	4,6
17. Diversos	37.114,2	22,2
T O T A L	166.885,2	100,0

FONTE: SÃO PAULO (cidade), Prefeitura, Secretaria de Serviços e Obras, Departamento de Limpeza Pública⁶⁰.

Em grande parte, a coleta é feita à noite e, inclusive, para evitarem-se ruídos, adotam-se, em São Paulo, sacos de polietileno encontrados à venda nos volumes de 20 l, 40 l, 60 l e 100 l. O uso de sacos plásticos é obrigatório em zonas de coleta noturna pelos Decretos nºs. 10.260/72 e 10.277/72, e facultativo nas demais zonas.

1.5.3. Tratamento e/ou Destino Final

O Município de São Paulo utiliza três fornos incineradores, duas usinas de compostagem, uma estação de transbordo, três aterros sanitários, duas descargas simples, uma das quais em processo de transformação em aterro sanitário.

A capacidade de incineração instalada é de 800 ton/dia; os resíduos se reduzem, após o processo, à cerca de 15% do peso e 5% do volume original. O custo da incineração situa-se no entorno de Cr\$ 55,00/ton (ao nível de preços de 1975).

As usinas de compostagem têm capacidade

de processar, diariamente, cerca de 600 toneladas de resíduos. O composto é produzido a um custo de Cr\$ 40,00/ton (ao nível de preços de 1975).

Nos aterros sanitários deposita-se grande parte dos resíduos coletados diariamente. O custo unitário desse processo de destinação está por volta de Cr\$ 19,00/ton (ao nível de preços de 1975).

1.6. POLÍTICA OFICIAL PARA OS RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo ZULAUF⁵⁷, em trabalho publicado em abril de 1976, criar-se-á proximamente em São Paulo, a Empresa Metropolitana de Limpeza Pública, subordinada à Secretaria de Estado dos Negócios Metropolitanos. A empresa ficará incumbida de toda coleta e destinação final dos resíduos sólidos, cabendo às Prefeituras servidas o pagamento de uma taxa sobre tonelada recolhida. O Estado de São Paulo será acionista majoritário, com 51% das ações.

Em nível nacional, o Banco Nacional da Ha

bitação (BNH) começa a se interessar pela problemática dos resíduos sólidos; outras entidades, como o Banco do Nordeste do Brasil, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e o Banco de Desenvolvimento do Estado de São Paulo, já concederam financiamentos para atividades relacionadas com a limpeza pública*. Contudo, a viabilidade econômico-fi-nanceira das empresas a surgirem, deveria ser vis-ta com olhos menos rigorosos pelo BNH, porquanto âreas pouco favorecidas, dificilmente poderiam via-bilizar, economicamente, projetos de coleta e/ou disposição final de resíduos sólidos.

* Comunicação pessoal do Prof. Walter Engracia de Oliveira.

2. O TRITURADOR DOMÉSTICO

2. O TRITURADOR DOMÉSTICO

2.1. HISTÓRICO

Consoante KRISTIANSEN³⁸, o emprego da corrente líquida como meio de transporte de materiais sólidos é uma técnica já bastante usada em diversos campos da engenharia:

- mineração;
- construção civil;
- tratamento e disposição final de esgotos sanitários.

Um dos mais recentes usos, todavia, dessa técnica, é o transporte dos resíduos sólidos através de corrente líquida das redes de esgotos.

De acordo com HASELTINE³³, existem três importantes métodos de se proceder à disposição dual de resíduos sólidos triturados e esgotos:

- TRITURAÇÃO EM ESTAÇÕES CENTRAIS — os resíduos sólidos são triturados e, posteriormente, lançados em pontos convenientes do sistema de coleta de esgotos;
- TRITURAÇÃO EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS — após a trituração faz-se a descarga direta nos digestores de lodo;
- TRITURAÇÃO DOMICILIAR — o equipamento triturador é acoplado ao sistema doméstico de esgotos que se encarrega do transporte até a disposição final.

A primeira experiência de que se tem notícia em trituração de resíduos sólidos, segundo CARPENTER et alii⁸ e COHN¹³, data de 1923, quando em Lebanon, Pensilvânia, Estados Unidos, FOX & DAVIS empregaram um moedor de ossos para triturar resíduos de alimentos, permitindo, assim, o lançamento do produto resultante diretamente aos esgotos sanitários. O ponto de lançamento distava duas milhas da estação de tratamento. FOX & DAVIS requereram patente de seu invento a 28 de julho do mesmo ano.

GRIFFIN³⁰, em 1936, já relatava experiências com trituração na Universidade de Illinois, Bal

timore, St. Louis, Indianápolis, Durham, Kansas City e Grand Rapids, denotando o interesse suscitado, na época, pelo tratamento combinado de esgotos e resíduos sólidos.

Somente em 1946, foi lançado no mercado pela General Electric o "Disposall", marca comercial de um triturador acionado por motor de 0,25 HP. A partir desta época, é que se inicia a difusão do equipamento por algumas cidades americanas.

Segundo TOLMAN⁶⁴, o "Disposall" foi também descrito por Cohn, em agosto desse mesmo ano, aos participantes da 20a. Reunião Anual da "Pennsylvania Sewage Works Association", como sendo um equipamento basicamente constituído de uma câmara trituradora com capacidade igual a 0,75 l, que reduz o material a partículas muito finas, a fim de serem conduzidas pela corrente líquida dos esgotos.

Entretanto, mesmo nos Estados Unidos sua adoção não foi uniforme, existindo, da parte das municipalidades, orientações conflitantes quanto a seu uso: algumas cidades estimulam e até obrigam

a empregá-lo, enquanto outras o proíbem. A cidade de Lakewood, na Califórnia, com mais de 100.000 habitantes e 27.000 residências, por exemplo, não possui coleta domiciliar de restos de cozinha, empregando, para tanto, a rede de esgotos sanitários, consoante nos relatam BOWERMAN & DRYDEN³.

Ainda, conforme o mesmo autor, o sistema de esgotos de Los Angeles atendia a 3.250.000 habitantes em 1961. Estimava-se que 40 a 45% das residências da área contavam com trituradores.

Conquanto o uso do triturador não tenha, ainda, se tornado comum, KRISTIANSEN³⁸ nos lembra que a solução mais racional para o afastamento dos resíduos sólidos esteja, talvez, no uso intensivo do transporte hídrico.

No Brasil, a situação, ainda, é de quase total inexistência do equipamento. Apenas, agora, começam a ser instalados os primeiros.

2.2. DESCRIÇÃO SUCINTA

Os trituradores em uso variam bastante em aparência, dimensões e desempenho, porém, o princípio de funcionamento é essencialmente o mesmo. São, em geral, acionados mediante um motor de pequena potência (por volta de 0,33 HP) e alta velocidade (aproximadamente 1.700 rpm) que faz girar lâminas instaladas numa câmara de admissão. Estas lâminas, em movimento, trituram os resíduos numa primeira fase, deixando que as paredes laterais escarificadas da câmara completem a trituração.

O material triturado, então, com auxílio de água corrente, escoar-se para os coletores prediais de esgotos. Em consequência, os restos de alimentos passam, doravante, a fazer parte dos esgotos da comunidade, causando, porém, modificações na sua composição.

Quanto ao desempenho dos trituradores, HASELTINE³³ nos revela que as especificações abaixo

são as habitualmente encontradas em manuais de fabricantes norte-americanos:

- Os trituradores deverão descarregar material de uma forma triturada razoavelmente uniforme e fluída para ser carregado prontamente através do coletor sem ocasionar entupimentos ou bloqueios. O triturador deverá reduzir o material a partículas de tal modo que:
 - a) 100% do material triturado passe por peneiras de malhas de $1/2"$
 - b) 90% do material triturado passe por peneiras de malhas de $1/4"$
 - c) não mais que 5% do material triturado passe por peneiras de malhas nº 40.

As peneiras são as padronizadas pela U.S. Standard e as proporções referem-se ao material seco.

PALMER & NUSBAUM⁴⁹ contestam tal especificação, pois, baseados numa amostra de restos de alimentos produzidos por uma cafeteria norte-americana concluíram que, em média, os sólidos não sedimentáveis apresentavam-se na proporção de 25,1% (base seca). Logo, rematam os autores: "a recomenda-

ção de que não mais que 5% (base seca) passe a pe
neira US 40 dificilmente será satisfeita pelos tri
turadores atualmente produzidos".

3. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

3. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

A bibliografia envolvendo disposição dual de resíduos sólidos e esgotos, apesar de abundante, deixa alguns aspectos da questão quase que a descoberto.

Entendemos, dada a peculiaridade do triturador, de vero tema apresentar amplo interesse tanto aos estudiosos ligados à problemática da coleta, transporte, tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos como àqueles ligados à coleta e tratamento dos esgotos. Entretanto, nota-se extensa bibliografia referente, em específico, às implicações nas redes coletoras e estações de tratamento, e pouca coisa sobre os efeitos nos serviços de limpeza pública.

Demais, por haver grande diversidade de

aspectos conseqüentes do uso do triturador, achamos interessante classificar a literatura nos seguintes itens:

- a) sobre a coleta, transporte, tratamento e/ou disposição dos resíduos sólidos;
- b) sobre a população de ratos;
- c) sobre a população de moscas;
- d) sobre o consumo de água;
- e) sobre as instalações prediais;
- f) sobre a vazão dos esgotos;
- g) sobre as modificações da composição dos esgotos;
- h) sobre as obstruções na rede coletora de esgotos;
- i) sobre as cargas adicionais às estações de tratamento de esgotos.

Os trabalhos consultados são, na maioria, norte-americanos; a experiência brasileira com trituradores é, praticamente, inexistente.

Nas páginas que seguem, quando o autor empregou unidades não constantes do Sistema Métrico Decimal, conservamos os valores publicados originalmente, e procedemos à conversão para a unidade usual entre nós. O APÊNDICE, à pág. 149, traz valores que permitem executar, expeditamente, tal conversão.

3.1. SOBRE A COLETA, TRANSPORTE, TRATAMENTO E/OU DIS POSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A bibliografia referente aos efeitos do uso de trituradores domésticos sobre coleta, transporte, tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos é alarmantemente pobre, mesmo nos Estados Unidos, onde se estuda o problema há, aproximadamente, quatro décadas.

Talvez, o pouco interesse por este prisma resida justamente no fato de ser quase consenso de opinião que a quantidade a coletar pouco se altera mesmo com o uso generalizado do equipamento.

Consoante o relatório "An Evaluation of Household Food Waste Disposer" da "American Public Works Association"⁵⁴, datado de 1951, os efeitos do triturador sobre a coleta são perfeitamente negligenciáveis. Estimativas situam ao nível de 10% a fração de resíduos sólidos afastada pelo tritura-dor; portanto, "mesmo se o equipamento for universe

salmente adotado, será, ainda, necessário coletar e proceder à disposição final dos remanescentes 90%".

Continua, ainda, o relatório: "conquanto a maior parcela de custos decorrentes dos serviços de limpeza pública se deva justamente à coleta, pouco se economizará se estes 10% forem previamente removidos. Gastar-se-á, ainda, aproximadamente igual quantidade de trabalho e equipamento para se proceder à coleta, embora a freqüência possa ser um pouco menor".

Estudos da Universidade de Purdue⁵⁵, patrocinados pelo "National Institute of Health for the American Public Works Association" e publicados em 1959, apontam pesquisas em West Lafayette, Indiana, concluindo "serem os componentes tratáveis em trituradores, apenas 7,0%, em volume, do total dos resíduos sólidos".

RANKIN⁵², em 1960, ao comentar os múltiplos aspectos envolvidos na trituração dos resíduos sólidos, lembra-nos o atual estágio de tecnologia

de alimentos acarretando a diminuição de resíduos alimentares, justamente quando papéis e plásticos passam a apresentar participação crescente. Estas peculiaridades, em consequência, concorrem para que os custos de manutenção de um serviço regular de coleta bem pouco sejam afetados.

Comenta, ainda, o autor: "Em pequenas comunidades residenciais completamente equipadas com trituradores domésticos e com poucos estabelecimentos comerciais produzindo restos de alimentos, o problema da disposição poderia ser simplificado. Com os resíduos orgânicos provenientes do preparo da alimentação removidos, a disposição do restante não apresentaria problemas especiais, quer se optasse pelo aterro sanitário, quer se optasse pela incineração".

Frisa, ainda: "... da mesma maneira que as cidades crescem em tamanho, a percentagem de residências com trituradores decresce, e, por outro lado, mais restaurantes e hotéis tornam-se dependentes do pronto e eficiente serviço de coleta. Por

tanto, exceto, possivelmente, para algumas pequenas cidades capazes de exigirem trituradores na maioria das residências, é improvável que o custo de coleta e disposição final dos resíduos sólidos seja significativamente reduzido pela instalação de trituradores domésticos".

O GEGRAN⁶¹, em trabalho desenvolvido para apontar caminhos em busca da solução do problema dos resíduos sólidos na região sudeste da Grande São Paulo, refere-se ao uso generalizado do triturador da seguinte maneira: "se a disposição se fizer mediante a produção de composto, a redução em matéria orgânica poderia ser prejudicial (admitindo uma redução sensível na sua percentagem). Para os demais métodos de disposição, a redução poderia ser considerada benéfica".

Dados de 1971, publicados em 1975 pela Prefeitura do Município de São Paulo⁶⁰, conforme TABELA 9, neste trabalho, nos dão conta que apenas 7,4%, em peso, dos resíduos sólidos coletados no município de São Paulo podem ser considerados restos

de alimentos. Infere-se, pois, serem os restantes 92,6%, componentes não tratáveis pelo sistema de trituradores domiciliares.

3.2. SOBRE A POPULAÇÃO DE RATOS

Investigando-se* a afirmação de que alimentos triturados nos esgotos contribuiriam para um explosivo aumento da população de ratos, chegou-se às seguintes conclusões: o *Rattus norvegicus*:

- usa os coletores apenas como abrigo para acasalamento e procriação;
- não usa normalmente o esgoto como fonte de alimentos;
- prefere os coletores abandonados e, portanto, secos;
- quando se alimenta nos esgotos o faz em coletores danificados que permitem o acúmulo de resíduos alimentares.

* Rats in sewers, 1972 (cópia "xerox").

Um outro aspecto investigado pelo mesmo autor, foi o da expansão da colônia quando a alimentação se torna abundante. Concluiu, de fato, declinar sensivelmente a taxa de mortalidade num ambiente seguro e bem suprido de alimentos.

Por outro lado, quando a alimentação escasseia, apesar de o número médio de ninhadas, por ano, por fêmea, aumentar, dois fatores passam a concorrer para a decadência das colônias:

- exacerbação da tendência de canibalismo das fêmeas;
- descuido dos filhos pelas mães ao empregarem mais tempo na busca da alimentação.

3.3. SOBRE A POPULAÇÃO DE MOSCAS

POOLE & ERGANIAN⁵⁰, em 1951, comentando estudos sobre a população da *Musca domestica* em Jasper, Indiana (onde se instalaram trituradores em, praticamente, todas as residências) afirmam que, apesar de os "estudos terem sido iniciados tardia-

mente, tomando-se para controle a cidade de Huntingburg, chegou-se, baseado em duas inspeções, às seguintes conclusões:

- a) na segunda inspeção*, houve, em Jasper, um acréscimo de população de moscas, em relação à primeira*, igual a 38%, e um decréscimo, em relação à cidade-controle, igual a 13%;
- b) o número médio de moscas, por recipiente, em Jasper, na segunda inspeção, foi 31,56, e o número médio de moscas por recipiente, na cidade-controle, foi 23,04.

Os autores explicam ser um dos fatores responsáveis pelas diferenças notadas em (b), a substituição, pela cidade-controle, entre os dois períodos de inspeção, de aproximadamente 50 recipientes inadequados, resultado de uma campanha movida pela municipalidade.

CAMPBELL & BLACK⁷ conduzindo investigações em duas épocas diferentes, 1957 e 1958, em Con

*NOTA: A primeira inspeção foi realizada na semana de 21 de agosto de 1950; a segunda, na semana de 11 de setembro de 1950 (sic).

cord, Califórnia, chegaram às seguintes conclusões:

- na primeira data, 1957, que, em média, 3,2% das moscas, na fase larvária, abandonaram os recipientes de resíduos sólidos durante os primeiros quatro dias da semana; portanto, 96,8% das larvas migraram nos restantes três dias;
- idênticos estudos, em 1958, forneceram os seguintes dados: 10,6% das larvas deixaram os recipientes durante os primeiros quatro dias da semana; em consequência, 89,4% das larvas migraram durante os últimos três dias;
- em ambas as ocasiões, foi possível concluir haver uma "boa correlação entre a temperatura máxima média diária na semana e o número médio de larvas e ninfas produzido por recipiente";
- o número médio de larvas e ninfas, por recipiente, exibiu uma grande variação: de 19 recipientes, dois apresentaram contagem consistentemente baixa, aparentemente porque um deles pertencia a uma residência com triturador e o outro, por estarem os resíduos acondicionados em embalagens de proteção.

Os autores, como medidas de prevenção contra moscas, recomendaram:

- a) coleta bi-semanal;
- b) exigir resíduos previamente acondiciona-
dos em sacos ao serem depositados nos re-
cipientes;
- c) exigir residências equipadas com tritura-
dores.

3.4. SOBRE O CONSUMO DE ÁGUA

Uma das grandes restrições feitas nos Es-
tados Unidos, segundo observações de COHN¹³, foi o
provável aumento de consumo de água ocasionado pe-
lo funcionamento do triturador. Ao correr do tem-
po, a literatura nos apresenta estudos sobre a de-
manda de água exigida pelo equipamento:

COHN¹¹, em 1946, prescreve em uma de suas
regras para o bom desempenho do triturador, que a
vazão fornecida deve ser, em média, entre 1,5 a 2
gal/min (5,7 a 7,6 l/min), o que ocasionaria um con-
sumo médio de 1,0 a 2,0 gal/cap/dia (3,8 a 7,6 l/
cap/dia).

HASELTINE³³, em 1955, ao repassar alguns aspectos da adoção de trituradores indica, também, os valores acima.

WATSON⁶⁵, constatou, em 1963, por intermédio de medidas telemétricas, um acréscimo no consumo de água por volta de 6,3 gal/res/dia (24 l/res/dia) como consequência do uso do triturador.

WATSON et alii⁶⁷, em 1967, tomando como amostra três residências de uma mesma região dos Estados Unidos, todas com cinco habitantes, e efetuando medições do consumo de água nas situações de emprego e não emprego de trituradores, chegaram às seguintes conclusões:

- sem o triturador, o consumo diário variou, em média, entre 91 e 295 l/cap/dia;
- com o triturador, o consumo diário situou-se, em média, entre 110 e 269 l/cap/dia;
- não houve aumento significativo no consumo de água decorrente da instalação do triturador;

- houve evidentes reduções de consumo de água, em duas das residências incluídas na amostra, após a instalação dos trituradores.

Os autores, comentando os resultados obtidos, ressaltam que a diminuição de consumo de água observada em duas residências, era fato ainda não perfeitamente explicado até a data da experiência.

Lembram, também, a dificuldade de se comparar os resultados obtidos com outros de mesma natureza, pelo fato de terem sido usadas, na experiência, apenas três residências como amostra.

BRITTO et alii⁵ em trabalho apresentado durante o 8º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, em 1975, relatam experiências realizadas no Rio de Janeiro, por meio das quais chegaram à conclusão de que o "uso do triturador reduziu drasticamente o consumo de água". No trabalho dos autores foi utilizada apenas uma cozinha como amostra.

O "Institute of Sewage Purification"⁵⁶,

através de experimentação conduzida em laboratório, empregando restos de alimentos normais de uma refeição típica americana, concluiu ser o aumento do consumo de água não superior à média de 0,75 gal/cap/dia (2,9 l/cap/dia).

3.5. SOBRE AS INSTALAÇÕES PREDIAIS

COHN¹², 1936, declara ter detectado, em residências norte-americanas, obstruções totais em tubos de esgotos com 1 1/2" (38 mm) de diâmetro. Das 14 residências inspecionadas, duas apresentaram obstruções "imediatamente após" a instalação do triturador. Observou, também, estar uma dessas residências, empregando pouca água no processo de trituração.

MANFRINI⁴³, 1969, no 1º Seminário Nacional sobre Limpeza Urbana, especifica que o diâmetro das instalações prediais não deverá ser inferior a 50 mm, quando se usa triturador doméstico, não devendo, entretanto, a tubulação ser constituí

da de trechos superiores a 5 m para facilitar eventuais serviços de desobstrução. Para segmentos mais longos, preconiza diâmetros maiores.

BARROS et alii¹, 1971, em trabalho apresentado ao 6º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, concluem ser impossível o uso de trituradores onde existam caixas de gordura, porquanto a sobrecarga de gorduras advindas do uso do triturador exigiria limpezas constantes.

BRITTO et alii⁵, em 1975, no 8º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, chegam a conclusões semelhantes às de BARROS et alii¹. Acentuam: mesmo sendo obrigatório o uso de tubos de queda exclusivos para efluentes de cozinha, o aumento de gorduras e sólidos decantáveis exigirá dimensões maiores para caixas de gordura. Os intervalos entre as limpezas, se usadas caixas convencionais, seriam muito pequenos, e sua elevação a um nível razoável (sete dias) exigiria dimensões ineqüíveis.

3.6. SOBRE A VAZÃO DOS ESGOTOS

Tem trazido, também, sérias preocupações aos sanitaristas, a possibilidade de haver aumento apreciável na vazão dos esgotos em consequência do uso do triturador:

COOPER¹⁵, examinando as condições do efluente dos esgotos do "State Hospital" de Elgin, Illinois, Estados Unidos, em 1954, onde 75% dos restos de alimentos eram triturados, concluiu não haver diferença substancial entre as vazões pré e pós-implantação da trituração.

KLASSEM et alii³⁷, em 1954, estudando a instalação de trituradores na "Dixon State School" relatam que, dos 5.200 estudantes da escola, 4.900 poderiam ser considerados servidos por trituradores. Tratados, portanto, cerca de 94% dos restos de alimentos produzidos, concluíram haver decrêscimo na vazão de esgotos, pois, de 150 gal/cap/dia (567,8 l/cap/dia), a vazão passou a 114 gal/cap /dia

(431,5 l/cap/dia). Os autores explicam, entretanto, ter havido um período de estiagem acentuada antecedendo a segunda medição.

Em 1955, MICK⁴⁶, reportando-se aos efeitos dos trituradores nas cidades de Minneapolis e St. Paul, Estados Unidos, declara que, se todos os restos de alimentos das residências e estabelecimentos comerciais das duas cidades e subúrbios fossem triturados e descarregados nos esgotos, o acréscimo da vazão seria inferior a 2%.

WRAIGHT⁷⁰, em 1956, revelando dados sobre experiências em Jasper, Indiana, afirma ter verificado, para uma população de 6.200 habitantes, com 1.000 trituradores instalados, uma variação de cerca de 10% na vazão. Medidas efetuadas antes e depois da implantação do programa de uso geral de trituradores, resultaram, respectivamente, nas vazões de $0,407 \cdot 10^6$ gal/dia (17,9 l/s) e $0,446 \cdot 10^6$ gal/dia (19,6 l/s).

Em 1961, WATSON & CLARK⁶⁶ publicaram os

dados da TABELA 10 sobre a evolução da contribuição individual de esgotos em Aurora, Colorado, Estados Unidos.

TABELA 10 - EVOLUÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO "PER CAPITA" AOS ESGOTOS, ENTRE OS ANOS DE 1956 E 1960, PARA A CIDADE DE AURORA, COLORADO, ESTADOS UNIDOS.

A N O	POPULAÇÃO SERVIDA PE LA REDE DE ESGOTOS	POPULAÇÃO USUÁRIA DE TRITURADO RES DOMI- CILIARES	CONTRIBUI- ÇÃO "PER CA PITA" EM gal/dia (l/dia)
1956	30.100	15.072	42,5 (160,86)
1957	33.213	16.008	53,3 (201,74)
1958	36.328	18.364	49,5 (187,36)
1959	39.439	22.112	48,2 (182,44)
1960	42.552	24.684	46,0 (166,54)

FONTE: WATSON & CLARK⁶⁶.

Os autores concluíram não ter havido um sensível aumento na vazão dos esgotos e esclareceram que a baixa contribuição "per capita", bastante diferente da vazão 100 gal/cap/dia (378,5 l/cap/dia), normal nos Estados Unidos, se deve a três fatores:

- Aurora é uma cidade 100% "medida";
- não há indústrias usando água de abastecimento da cidade;
- Aurora é uma cidade-dormitório.

MANFRINI⁴³, no 1º Seminário Nacional de Limpeza Urbana, realizado em 1969, aponta como limites mais prováveis no acréscimo da vazão de esgotos, a faixa de 5 a 10 l/cap/dia, "correspondente ao volume de água necessário para permitir a introdução, no triturador, do material a ser disposto..."

A SURSAN³², 1971, admite, como opinião geral, ser o acréscimo na vazão de esgotos da ordem de 4 a 8 l/cap/dia, aproximadamente 1 a 2% da vazão na situação de não emprego do triturador.

3.7. SOBRE AS MODIFICAÇÕES DA COMPOSIÇÃO DOS ESGOTOS

Em 1947, TOLMAN⁶⁴ calculou o acréscimo de sólidos em suspensão ocasionado pela adição de restos de alimentos aos esgotos. Foi tomada, como referência, a cidade de Indianápolis (Estados Unidos), onde os sólidos em suspensão se apresentavam na concentração de 260 lb por tonelada (0,130 g por grama) de restos de alimentos. Considerou-se, também, que a proporção de sólidos totais nos restos de alimentos era de 17,5%. Os esgotos da cidade, em média, continham 250 mg de sólidos em suspensão em cada litro de esgotos. A TABELA 11, construída pelo autor, configura os acréscimos percentuais de sólidos em suspensão em função da variação de concentração de restos de alimentos nos esgotos.

O mesmo autor, ainda, estima por intermédio da TABELA 12, os acréscimos da DBO, enunciando-nos que, em Indianápolis, a concentração de DBO era igual a 152 lb por tonelada (0,076 g por grama)

de restos de alimentos; os esgotos, por sua vez, continham 200 mg de DBO em cada litro de esgotos.

TABELA 11 - ACRÉSCIMOS DOS SÓLIDOS EM SUSPENSÃO DEVIDO À ADIÇÃO, EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES, DE RESTOS DE ALIMENTOS AOS ESGOTOS PARA A CIDADE DE INDIANÁPOLIS, ESTADOS UNIDOS.

CONCENTRAÇÃO DE RESTOS DE ALIMENTOS NOS ESGOTOS EM TO- NELADAS POR MILHÕES DE GA- LÕES (g/l) —	CONTRIBUIÇÃO EM SÓLIDOS EM SUSPENSÃO (mg/l)			ACRÉSCIMO (%)
	ESGOTOS	RESTOS DE ALIMENTOS	TOTAL	
0 (0,000)	250	0	250	0,0
1 (0,240)	250	31	281	12,5
2 (0,480)	250	62	312	25,0
3 (0,720)	250	93	343	37,5

FONTE: TOLMAN⁶⁴.

TABELA 12 - ACRÉSCIMOS DA DBO DEVIDO À ADIÇÃO DE RESTOS DE ALIMENTOS, EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES, AOS ESGOTOS PARA A CIDADE DE INDIANÁPOLIS, ESTADOS UNIDOS.

CONCENTRAÇÃO DE RESTOS DE ALIMENTOS NOS ESGOTOS EM TO- NELADAS POR MILHÕES DE GA- LÕES (g/l)	CONTRIBUIÇÃO EM DBO (mg/l)			ACRÉSCIMO (%)
	ESGOTOS	RESTOS DE ALIMENTOS	TOTAL	
0 (0,000)	200	0	200	0,0
1 (0,240)	200	18	218	9,0
2 (0,480)	200	36	236	18,0
3 (0,720)	200	54	254	27,0

FONTE: TOLMAN⁶⁴.

Os valores usados por TOLMAN⁶⁴ no trabalho em tela, vêm dos seguintes dados válidos para Indianápolis:

- CONTRIBUIÇÃO EM RESTOS DE ALIMENTOS	0,5 lb/cap/dia (230 g/cap/dia)
. sólidos totais	0,175 x contribuição em restos de alimentos = 40 g/cap/dia
. sólidos em suspensão	0,74 x sólidos totais = 30 g/cap/dia
. DBO	0,585 x sólidos em suspensão = 18 g/cap/dia
- CONTRIBUIÇÃO EM ESGOTOS	100 gal/cap/dia (378,5 l/cap/dia)
. sólidos em suspensão	0,20 lb/cap/dia (90 g/cap/dia)
. DBO	0,17 lb/cap/dia (78 g/cap/dia).

Para se ter uma idéia mais precisa do significado das concentrações usadas pelo autor na la. coluna das TABELAS 11 e 12, basta calcularmos a concentração de restos de alimentos nos esgotos, em Indianápolis, se todos os restos de alimentos produ-

zidos fossem lançados à rede:

$$\frac{230 \text{ g/cap/dia}}{378,5 \text{ l/cap/dia}} =$$

$$0,61 \text{ g/l} \approx 2,5 \text{ ton/milhões de galões.}$$

HASELTINE³³, 1955, revendo as diversas implicações do triturador, apresenta a TABELA 13 para configurar a composição média dos esgotos e dos restos de alimentos habitualmente encontrados nos Estados Unidos.

Mesmo aceitando exigir os restos de alimentos para serem triturados, adição de água, o autor, por inspeção da tabela, concluiu que os acrêscimos, tanto da DBO, como dos sólidos em suspensão, ocasionados pelo triturador, seriam, aproximadamente, 50%.

WRAIGHT⁷⁰, 1956, apresenta-nos as TABELAS 14 e 15 que permitem ajuizar sobre a evolução

TABELA 13 - CONTRIBUIÇÃO DIÁRIA MÉDIA, "PER CAPITA",
EM ESGOTOS E RESTOS DE ALIMENTOS PARA
OS ESTADOS UNIDOS.

COMPONENTES	RESTOS DE ALIMENTOS TRITURADOS EM lb/cap/dia (g/cap/dia)	ESGOTOS EM lb/cap/dia (g/cap/dia)
Sólidos totais	0,150 (68,10)	0,550 (249,70)
Sólidos voláteis totais	0,130 (54,50)	0,320 (145,30)
Sólidos suspensos ...	0,100 (45,40)	0,200 (90,80)
DBO	0,080 (36,30)	0,170 (77,20)
Gorduras	0,030 (13,60)	0,050 (22,70)
Nitrogênio	0,002 (0,09)	0,040 (18,20)
Umidade	0,450 (204,30)	- -

FONTE: HASELTINE³³.

das características dos esgotos sanitários em função do número de trituradores instalados em Jasper, Indiana, Estados Unidos.

TABELA 14 - CONTRIBUIÇÃO "PER CAPITA" EM DBO E SÓLIDOS EM SUSPENSÃO EM FUNÇÃO DOS TRITURADORES INSTALADOS, PARA A CIDADE DE JASPER, INDIANA, ESTADOS UNIDOS.

DATA	TRITURADORES INSTALADOS	DBO lb/cap/dia (g/cap/dia)	SÓLIDOS EM SUSPENSÃO lb/cap/dia (g/cap/dia)
Mar. / 1950	80	0,12 (54,5)	0,19 (86,3)
Out. / 1950	785	0,18 (81,7)	0,20 (40,8)
Mai. / 1951	850	0,31 (140,7)	0,34 (154,4)
Out. / 1954	1.000	0,32 (145,3)	0,34 (154,4)

FONTE: WRAIGHT⁷⁰.

O autor depreende da TABELA 14 ter havido um aumento significativo da DBO e dos sólidos em suspensão, como resultado do emprego de trituradores domésticos. Observamos que, a despeito de se instalarem 150 trituradores entre 1951 e 1954, a DBO e os sólidos em suspensão pouco ou nada se modificaram. Socorre-nos, porém, o autor, fornecendo um detalhe importante: "Tal se deve, provavelmente, às intensas chuvas ocorridas durante a inspeção de 1951 que ocasionaram a diluição dos sólidos acumulados nos coletores".

TABELA 15 - EVOLUÇÃO DA COMPOSIÇÃO DOS ESGOTOS, SEGUNDO O NÚMERO DE TRITURADORES INSTALADOS, NA CIDADE DE JASPER, ESTADOS UNIDOS.

Nº DE TRITURADORES	DBO (mg/l)	SÓLIDOS EM SUSPENSÃO (mg/l)
0	151	114
850	387	420
1.000	392	392

FONTE: WRAIGHT⁷⁰.

A outra tabela discutida no trabalho ilustra a composição dos esgotos em função do número de trituradores em uso. Infere-se da TABELA 15, que os incrementos em DBO e sólidos em suspensão foram, respectivamente, de 150% e 250%.

SCHARMAN⁶², 1957, comparando os esgotos de dois coletores da cidade de Tucson, Arizona, um com trituradores e o outro, sem (coletor-controle), chegou às seguintes conclusões:

- a) o coletor com trituradores apresentou, depois de retiradas amostras durante cinco dias consecutivos, inclusive sábados e domingos, em média:

336 mg/l mais sólidos em suspensão;

41 mg/l mais sólidos voláteis;

248 mg/l mais DBO,

que o coletor sem trituradores.

- b) O esgoto bruto recebido na estação de tratamento, apresentou, em média:

390 mg/l mais sólidos em suspensão;

259 mg/l mais DBO,

que o coletor-controle.

Concluiu o autor, em vista dos resultados (não publicou os valores dos sólidos em suspensão, sólidos voláteis e DBO para o coletor-controle), que o coletor com trituradores apresentou, tanto para DBO, como para sólidos em suspensão, incrementos aproximadamente iguais a 100%.

WATSON & CLARK⁶⁶, em 1961, estudando os acréscimos da DBO e sólidos em suspensão em Aurora, Colorado, Estados Unidos, onde 58% da população se utilizava de trituradores, cruzaram informações sobre aumento da população servida por trituradores durante cinco anos (1956 a 1960) com contribuições "per capita" em DBO e sólidos em suspensão.

Os resultados obtidos se encontram na TABELA 16.

Os autores, com base nas informações tabeladas, concluíram que a variação em DBO ($0,136 - 0,106 = 0,030$) e em sólidos em suspensão ($0,157 - 0,107 = 0,050$) decorreram, unicamente, da utilização de trituradores. Não tendo havido, nesse período, aumen

TABELA 16 - ACRÉSCIMOS DA DBO E DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO CONFORME A POPULAÇÃO SERVIDA PE LA REDE DE ESGOTOS E CONFORME O ANO, PARA A CIDADE DE AURORA, COLORADO, ESTADOS UNIDOS*

A N O	POPULAÇÃO SERVIDA PE LA REDE DE ESGOTOS	AUMENTO NO ANO DA PO- PULAÇÃO SER- VIDA POR TRITURADORES DOMICILIARES	ACRÉSCIMO DA D B O lb/cap/dia (g/cap/dia)	ACRÉSCIMO DOS SÓLIDOS EM SUSPENSÃO lb/cap/dia (g/cap/dia)
1956	30.100	2.272	0,106 (48,1)	0,107 (48,6)
1957	33.213	936	0,142 (64,5)	0,141 (63,6)
1958	36.325	2.356	0,147 (66,7)	0,156 (70,8)
1959	39.439	3.748	0,130 (59,0)	0,156 (70,8)
1960	42.552	2.572	0,136 (61,7)	0,157 (71,3)

FONTE: WATSON & CLARK⁶⁶.

* A população usuária de trituradores domiciliares, anteriormente a 1956, era de 12.800 habitantes.

to da contribuição aos esgotos provenientes de indústrias e desprezando-se a influência devida aos trituradores instalados em estabelecimentos comerciais, os incrementos calculados foram consequência apenas da trituração domiciliar. Como, afirmam os autores, o esgoto típico, apresenta 77,2 g/cap/dia de contribuição em DBO e 90,8 g/cap/dia em sólidos em suspensão, conclui-se que os incrementos percentuais foram, respectivamente, de 18% e 25%.

WATSON et alii⁶⁷, em trabalho datado de 1967, patrocinado pela "Water Management Laboratory of General Electric" tomaram, como amostra, três residências de uma mesma área dos Estados Unidos, todas com cinco habitantes, e efetuaram medições da qualidade dos esgotos nas situações de emprego e não emprego de trituradores.

Chegaram às seguintes conclusões:

- Em dois, dos três casos analisados, ocorreram significativos acrêscimos nas contribuições em sólidos em suspensão. A quantidade de sólidos em sus

pensão da segunda residência, praticamente, não mudou depois da instalação do triturador. Na primeira residência, os sólidos em suspensão aumentaram cerca de 28%, enquanto que o aumento observado para a terceira residência, foi de 50%. Por consequência, nos três casos estudados, em média, a contribuição em sólidos em suspensão sofreu um aumento de 26%.

Em dois, dos três casos investigados, a contribuição em DBO decresceu levemente. No terceiro, houve um aumento de cerca de 50%. Deve-se compreender, segundo o autor, "que o efeito líquido do emprego de trituradores numa grande região não é necessariamente um múltiplo de uma contribuição individual, mas a composição de muitas e variadas contribuições".

- Em dois, dos três casos estudados, o aumento verificado na contribuição em gorduras foi de 36% e 68%, respectivamente. No terceiro caso, não houve modificação significativa.

Os autores, como conclusão final, ressaltam:

- a) A sobrecarga média "per capita" dos esgotos foi:
- em sólidos em suspensão	26%
- em DBO	17%
- em gorduras	35%
- b) Os resultados mostram quão largamente variam as características de residência para residência.
- c) "As médias obtidas não são estritamente comparáveis com outras publicadas, posto que somente três residências foram envolvidas na pesquisa".

A TABELA 17 pormenoriza os resultados que permitiram as conclusões acima.

BARROS et alii¹, em trabalho apresentado em 1971, no 6º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, tomaram como amostra, três residências, com sete, seis e cinco pessoas, respectivamente, utilizando como concentração de restos de alimentos triturados nos esgotos, o valor de 0,1%.

TABELA 17 - CONTRIBUIÇÕES "PER CAPITA" EM SÓLIDOS EM SUSPENSÃO, DBO E GORDURAS NAS SITUAÇÕES DE EMPREGO E NÃO EMPREGO DO TRITURADOR DOMÉSTICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM TRÊS RESIDÊNCIAS DOS ESTADOS UNIDOS.

I T E M	R E S I D Ê N C I A	S I T U A Ç Ã O	
		NÃO EQUIPADA COM TRITURA- DOR	EQUIPADA COM TRITURADOR
Sólidos em sus- pensão (g/cap/dia)	1	106,0	134,0
	2	73,0	70,0
	3	44,0	67,0
DBO (g/cap/dia)	1	158,0	145,0
	2	71,0	69,0
	3	44,0	67,0
Gorduras (g/cap/dia)	1	28,0	38,0
	2	8,3	7,9
	3	6,1	10,3

FONTE: WATSON et alii⁶⁷.

Os autores observaram:

- a) não haver, ao nível de 95% de confiança, diferença significativa entre os acréscimos da DBO e sólidos em suspensão entre as três residências;
- b) que os acréscimos médios, "per capita", obtidos foram os figurados na TABELA 18.

TABELA 18 - AUMENTOS MÉDIOS "PER CAPITA", AO NÍVEL DE 95% DE CONFIANÇA, DA DBO E SÓLIDOS EM SUSPENSÃO, PELA INTRODUÇÃO NOS ESGOTOS DE 0,1% DE RESTOS DE ALIMENTOS EM TRÊS RESIDÊNCIAS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO.

		AUMENTO MÉDIO "PER CAPITA"	
		(mg/l)	(%)
DBO	20°C		
	5 dias	147,4 ± 31,9	70,3 ± 21,9
Sólidos em suspensão		119,8 ± 32,6	46,8 ± 16,2

FONTE: BARROS et alii¹.

Durante o 8º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 1975, BRITTO et alii⁵ apresen-

taram estudo pelo qual tentaram aquilatar a influência do triturador doméstico no sistema de esgotos sanitários.

Baseados na cozinha da Estação de Tratamento da Ilha do Governador e numa residência com cinco habitantes, tomaram amostras de efluentes segundo as quatro etapas seguintes:

PRIMEIRA - efluentes da cozinha não equipada com triturador (25 amostras);

SEGUNDA - efluentes da mesma cozinha equipada com triturador (24 amostras);

TERCEIRA - efluentes dos esgotos domésticos (incluindo a cozinha) da residência desprovida de triturador (24 amostras);

QUARTA - efluentes dos esgotos domésticos (incluindo a cozinha) da residência provida de trituradora (33 amostras).

A análise das amostras permitiu obter o valor médio das variáveis estudadas constantes da TABELA 19.

TABELA 19 - VALORES MÉDIOS PARA EFLUENTES DOMÉSTICOS NAS CONDIÇÕES DE EMPREGO E NÃO EMPREGO DE TRITURADOR; AMOSTRAS RETIRADAS DA COZINHA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DA ILHA DO GOVERNADOR E DOS ESGOTOS DE UMA RESIDÊNCIA COM CINCO HABITANTES

	EFLUENTES DA COZINHA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO		EFLUENTES DOS ESGOTOS DA RESIDÊNCIA	
	1a. ETAPA (cozinha sem tri- turador)	2a. ETAPA (cozinha com tri- turador)	3a. ETAPA (residên- cia sem tritura- dor)	4a. ETAPA (residên- cia com tritura- dor)
Sólidos de cantáveis (ml/l) ...	83,0	260,0	3,3	24,8
DBO (mg/l) ...	4.820,0	77.440,0	419,0	602,0
Gorduras (mg/l) ...	1.083,0	2.732,0	64,7	245,0

FONTE: BRITTO et alii⁵.

Os autores, analisando os valores obtidos nas fases 1a. e 2a., concluíram que o uso do triturador acarretou um acréscimo nos teores de sólidos decantáveis, DBO e gorduras, nos efluentes da cozinha, da ordem de 213,2%, 1.506,6% e 152,1% respectivamente.

Pela análise dos valores das fases 3a. e 4a., concluíram ter havido acréscimo nos teores de sólidos decantáveis, DBO e gorduras nos efluentes dos esgotos da residência, da ordem de 651,5%, 43,7% e 278,6%, respectivamente.

3.8. SOBRE AS OBSTRUÇÕES NA REDE DE ESGOTOS

Nota-se da parte dos sanitaristas uma evidente preocupação em torno da possibilidade de obstruções causadas pelos trituradores.

COSENS & HANEMANN¹⁶, em 1949, a partir de experiências em laboratórios, informam "ser satisfatória a velocidade média de 1,0 ft/s (0,30 m/s)

para coletores de 8" (200 mm) de diâmetro. Os tes tes incluíram materiais facilmente sedimentáveis co mo cascas de ovos e ossos triturados.

OWEN⁴⁸, 1949, afirma: conquanto nos Estados Unidos, o advento dos trituradores tenha tra zido sobrecarga de óleos e gorduras aos esgotos, o emprego crescente de detergente passou a favorecer sua emulsificação. Acentua: "... aderências destas substâncias, óleos e gorduras, na superfície dos coletores, são praticamente eliminadas".

COHN¹³, em 1951, assevera ser "consenso de opinião que os trituradores não produzem blo queios".

POOLE & ERGANIAN⁵¹, em 1951, discutindo experiências em Jasper, Indiana, Estados Unidos, re latam que, para estudar a rede de esgotos, já com 40 anos de idade, foram escolhidos 70 poços-de-visita com o propósito de documentar fotograficamente o interior dos condutos. Em todas as inspeções efetuadas, algumas antes do início das experiências

e outras tantas, após, praticamente, não foram notadas diferenças nas quantidades de depósitos no interior dos condutos. Acentuam, ainda, casos de deposições anteriores às experiências, não mais constatadas na segunda inspeção.

Informam, também, terem sido as inspeções efetuadas com espaçamento de seis meses; a velocidade média dos esgotos era de, aproximadamente, 1,7 ft/s (0,51 m/s). A rede se constituía de coletores de 6" (150 mm), 8" (200 mm), 10" (250 mm) e 12" (300 mm) de diâmetro.

WRAIGHT⁷⁰, abordando também as experiências realizadas em Jasper, Indiana, em 1950, procedeu a inspeções em 1956, portanto, seis anos após seu início. Constatou: "não excessivos depósitos" na saída de um coletor de 8" (200 mm) de diâmetro, cuja declividade era 0,61% e com velocidade de 2,5 ft/s (0,76 m/s). Havia, na ocasião, de 70 a 80 tributários ao coletor e os únicos problemas encontrados, até então, tinham sido "infiltrações e raízes de árvores".

SCHARMAN⁶², em 1957, alude a estudos patrocinados pela "Pima County District", em 1956, na cidade de Tucson, Arizona; foram considerados dois coletores, um, cujos tributários possuíam trituradores, e outro, cujos tributários não o possuíam. As características dos coletores eram as seguintes:

- declividade igual a 0,72%;
- construídos de tubos de 6" (150 mm), vitrificados, recém-instalados;
- velocidade dos esgotos por volta de 2ft/s (0,61 m/s).

Havia, ainda, vinte e duas residências tributárias a cada coletor, com número médio de domiciliados igual a 3,62.

Após nove meses de uso, notaram-se, no coletor dos trituradores, grandes depósitos de gorduras. Entretanto, usando-se o processo normal de limpeza (raspadores constituídos de bolas de borracha), os depósitos se desprenderam facilmente.

O autor, em conclusão, opina que comunidades, contando com serviços de inspeção e limpeza anuais, não deverão encontrar problemas com depósitos de gorduras.

BOWERMAN & DRYDEN³, 1962, preocupados com a ausência de dados sobre a interação de detergentes com as gorduras nos coletores de esgotos, escolheram a cidade de Altadena, Califórnia, Estados Unidos, para seus estudos. Os autores explicam a escolha baseados no fato de Altadena, devido à topografia, não receber esgotos das vizinhanças; além do mais, todos os coletores são tributários de apenas um emissário, o que facilitaria os trabalhos de amostragem. Em 1960, a cidade possuía 25.000 habitantes, 8.200 residências ligadas ao sistema de esgotos, das quais 35% possuíam trituradores.

O objetivo era determinar não só a participação dos detergentes no processo de deposição de gorduras, como também esboçar um gráfico que determinasse a relação entre esta última e o número de trituradores instalados.

Com auxílio de dois grupos de dados, um deles obtidos por RAWN⁵³, em 1950, em Imperial Crest, Califórnia, a partir de uma amostra de 1.200 residências, todas equipadas com trituradores e, o outro, por HYDE et alii³⁴, em East Bay, Califórnia, em 1940, época em que trituradores e detergentes ainda não existiam, conseguiu-se o GRÁFICO 2.

GRÁFICO 2 - CONTRIBUIÇÃO EM GORDURA SEGUNDO PORCENTAGEM DE RESIDÊNCIAS COM TRITURADORES INSTALADOS PARA ALGUMAS CIDADES NORTE-AMERICANAS NOS ANOS DE 1940, 1950 E 1961.

FONTE: BOWERMAN & DRYDEN³.

O ponto à direita representa os resultados de RAWN⁵³. Exprime contribuição "per capita", em gorduras, 50% maior que as contribuições de áreas residenciais destituídas de trituradores.

À esquerda, está o ponto de 0,22 lb/cap/dia (100 g/cap/dia) obtido por HYDE et alii³⁴, corrigido a partir de seu valor original, 0,019 lb/cap/dia (8,60 g/cap/dia), com o acréscimo de 15%, por conta dos "progressos de medição de gorduras depois de 1940".

O ponto de abscissa 0,35 configura os resultados de Altadena, denunciando uma contribuição média de 0,037 lb/cap/dia (16,80 g/cap/dia).

A área hachurada representa a provável variação das contribuições em gordura, para cada um dos vários percentuais de residências equipadas com trituradores. Os autores expressam, claramente, que a curva por eles proposta representa uma grosseira extrapolação a partir de um modesto conjunto de pontos, porém, não invalida a tentativa de se estabelecer a dependência pretendida.

Estão assinalados no eixo das ordenadas, as estimativas dos incrementos devidos ao uso dos trituradores e devidos aos detergentes e demais fatores. O incremento devido aos trituradores é calculado em 0,017 lb/cap/dia (7,70 g/cap/dia); o incremento devido a detergentes e outras causas é estimado em 0,009 lb/cap/dia (4,10 g/cap/dia).

Os autores, ainda, publicaram resultados de análises químicas, indicando que 90 a 95% dos depósitos estavam na forma de ácidos graxos saponificados ou sabões insolúveis. Apresentaram, também, explicação para a ação dos detergentes: "a função do detergente, inicialmente, é manter a gordura em dispersão ou no estado coloidal e, desse modo, facilitar a ação de enzimas de bactérias que retiram glicerina do ácido graxo. O ácido graxo livre reage, então, com íons de cálcio e magnésio do meio, formando sabões insolúveis. Estes sabões, em pequenos glóbulos, podem se aglomerar com outros sedimentos ao longo das paredes dos coletores e produzir grandes depósitos, a despeito de altas velocidades de escoamento".

Terminando, relatam caso extremo de um emissário de 54" (1.350 mm) de diâmetro, completamente obstruído por depósitos de gorduras.

SENGES⁶³, 1969, referindo-se ao uso de trituradores, assim opina: "para evitar o aumento de matéria graxa que tende a aderir às paredes dos coletores é suficiente o uso de detergentes nas atividades domésticas e aumentar a freqüência de limpeza da rede".

MANFRINI⁴³, 1969, levantando problemas sobre trituradores, preconiza o emprego de raspadores impulsionados pelo próprio esgoto em escoamento, com o fim de remover gorduras das paredes dos coletores. Afirma, ainda, serem os detergentes empregados nas atividades domésticas de limpeza, responsáveis pela remoção da matéria graxa dos ramais prediais, evitando sua obstrução e reduzindo a quantidade de matéria graxa capaz de aderir aos coletores públicos.

BRITTO et alii⁵ opinam, em 1975, no 89

Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, baseados em experiências realizadas no Rio de Janeiro, que as obstruções só se dariam "nos coletores de pequenos diâmetros e em pontos situados nas cabeceiras de linhas com pequena declividade e pouca carga". Nas demais situações, consideraram os autores, seu efeito é desprezível, dado que o "material triturado tende a subir à superfície em curto prazo".

3.9. SOBRE AS CARGAS ADICIONAIS ÀS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

A literatura sobre efeitos nas estações de tratamento é abundante. Aliás, na observação de RANKIN⁵², "a maior preocupação daqueles que ocupam posições que permitem autorizar os trituradores domésticos são os efeitos nas estações de tratamento".

KEEFER & KRATZ³⁶, 1934, seguramente num dos primeiros trabalhos publicados sobre a diges-

tão da mistura esgotos-restos de alimentos, asseveram que u'a mistura em partes iguais de partes sólidas de restos de alimentos e esgotos adicionado diariamente a digestores, sofre digestão rapidamente, produzindo lodo inofensivo. Maiores proporções de restos de alimentos não foram tentadas e, segundo os autores, é "duvidoso que produzissem resultados satisfatórios".

FAIR²⁶, 1934, em estudos realizados na Universidade de Harvard, tentou a digestão de uma mistura cujas proporções eram: 140 partes de sólidos de restos de alimentos, 2 partes de lodo de esgoto cru e 1 parte de lodo digerido. Declara não ter havido digestão, resultando uma mistura bastante ácida. Em continuação, afirma: "à luz dos trabalhos de KEEFER & KRATZ³⁶ parece-nos que, normalmente, as quantidades de esgotos são inadequadas para satisfazer à demanda de todo o resto de alimentode uma comunidade a fim de se conseguir uma boa digestão".

O autor não explica as razões que o leva

ram a trabalhar com uma mistura nas proporções su
pra.

WHITLEY⁶⁸, 1936, baseado em experimentações conduzidas na Universidade de Illinóis, chega à conclusão que iguais partes, em peso, de sólidos voláteis de restos de alimentos e esgotos, sofrem digestão satisfatoriamente. Contudo, remata o autor: "quando a proporção de restos de alimentos for maior que a dos sólidos presentes nos esgotos, ocorrem dificuldades na digestão".

BLOODGOOD², em 1936, chega a conclusões semelhantes às de WHITLEY⁶⁸, porém não comunica pre
cisamente dados sobre proporções usadas.

COHN¹², em trabalho realizado em Schenectady, Nova York, 1936, reporta-nos conclusões pare
cidas às anteriores. Indica testes de laboratório levando à conclusão que a digestão da mistura se dá mais eficientemente que a do esgoto apenas, pois a natureza granular dos restos de alimentos triturados facilita a floculação.

GRIFFIN³¹, 1936, tecendo considerações sobre a possibilidade de tratamento de resíduos sólidos nas estações de tratamento de esgotos de Greenwich, Connecticut, Estados Unidos, refere-se a trabalhos experimentais de KEEFER & KRATZ³⁶ e WHITLEY⁶⁸, cujas conclusões indicam ser imprescindível que a quantidade de sólidos voláteis presentes nos restos de alimentos não exceda a dos sólidos voláteis dos esgotos.

Reportando-se, também, a outros trabalhos que demonstraram ser os restos de alimentos compostos de 75% de umidade e 25% sólidos, dos quais 90%, voláteis, comparou esgotos e restos de alimentos (TABELA 20) da cidade de Greenwich, Connecticut, Estados Unidos.

O autor, assinalando ser a proporção bastante diferente da recomendada pelos autores citados e, em vista da não aprovação do tratamento dual pela "State Health Department" e pela "State Water Commission of Connecticut", acrescidos de problemas referentes a custos, afirma ter sido adotada a incineração, como processo de disposição final.

TABELA 20 - COMPARAÇÃO ENTRE ESGOTOS E RESTOS DE ALIMENTOS TÍPICOS DA CIDADE DE GREENWICH, CONNECTICUT, ESTADOS UNIDOS.

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS	SÓLIDOS TOTAIS em lb/dia (kg/dia)	SÓLIDOS VOLÁTEIS em lb/dia (kg/dia)
Grass Island	2.600 (1.180,0)	1.820 (826,3)
Old Greenwich	403 (183,0)	282 (128,0)
Cos Cob	380 (172,6)	266 (120,8)
East Port Chester ..	850 (386,0)	595 (270,1)
T O T A L	4.233 (1.921,6)	2.963 (1.345,2)
RESTOS DE ALIMENTOS.	10.000 (4.540,0)	9.000 (4.086,0)
PROPORÇÃO ENTRE SÓLIDOS RESTOS DE ALIMENTOS E DOS ESGOTOS ..	2,4	3,0

FONTE: GRIFFIN³¹.

WYLLIE⁷¹, em trabalho dado à lume em 1940, discute os resultados da tentativa de tratamento con junto de restos de alimentos e esgotos em Lansing, Míchigan, Estados Unidos.

Os restos de alimentos de toda a comunidade, coletados em recipientes fornecidos pela municipalidade, e triturados em dois trituradores com capacidade de 6 ton/hora, apresentavam 90% de água (incluindo a água adicionada na trituração); dos sólidos totais, 93% eram sólidos voláteis. A contribuição individual se situava em torno de 0,55 lb/cap/dia (250 g/cap/dia).

A estação de tratamento foi projetada pa ra atender a 100.000 pessoas, segundo a vazão de $9,0 \cdot 10^6$ gal/dia (395 l/s). Na data da experiência, a população servida era de 75.000 pessoas contribuindo com a vazão de $8,47 \cdot 10^6$ gal/dia (371 l/s); donde, a capacidade ociosa da estação era de apenas 6%.

Concluíram os autores:

- a) a mistura de esgotos e restos de alimentos sofre o processo de digestão, rápida e completamente;
- b) a produção de gases nos digestores aumentou de 230%.

TOLMAN⁶⁴, 1947, descrevendo experiências de Marion (Indiana), Findlay (Ohio), Goshen (Nova York), Lansing (Michigan), Estados Unidos, afirma que, adicionando-se, em média, duas toneladas de restos de alimentos para cada milhão de galões de esgotos (0,48 g de restos de alimentos por litro de esgoto):

- a) os restos de alimentos são oxidados pelos lodos ativados e, provavelmente, por todos os processos secundários, tão eficientemente como os esgotos;
- b) para a digestão dos sólidos primários e dos restos de alimentos, necessita-se de 5 cuft / cap (141,5 l/cap) de capacidade de digestão enquanto que, para a digestão de sólidos primários, secundários e restos de alimentos, a capacidade requerida estaria em torno de 9 cuft/cap (255,0 l/cap).

ROSS⁵⁹, 1954, testando a exeqüibilidade do tratamento conjunto de resíduos sólidos e esgotos em Richmond, Indiana, Estados Unidos, chega, depois de dois anos de experiências, às seguintes conclusões:

- a) a mistura restos de alimentos-esgotos é facilmente tratada em digestores;
- b) as unidades de tratamento primário e secundário funcionam tão bem quanto na época em que não havia disposição dual;
- c) as sobrecargas decorrentes do processo exigem ampliações da estação;
- d) digestores com capacidade de 10 cuft/cap (283 l/cap) parecem ser suficientes para a digestão de restos de alimentos, lodos primários e excessos de lodos ativados;
- e) o tratamento dual pode trazer vantagens econômicas, dada a possibilidade de uso dos gases produzidos.

MANFRINI⁴², em trabalho publicado em 1969, recomenda as seguintes medidas visando à sobrecar-

ga da estação de tratamento:

- a) GRADES E CAIXAS DE AREIA - o emprego de trituradores domésticos não ocasiona aumento sensível da quantidade de material gradeado e retido pelas caixas de areia.
- b) DECANTADORES PRIMÁRIOS - deverá haver um volume de lodo adicional de, aproximadamente, 5 l por kg de resíduos sólidos introduzidos. O aumento de matéria graxa e de materiais leves exigirá reMOVEDORES de espuma de alta eficiência.
- c) TRATAMENTO QUÍMICO - o autor não chega a apresentar uma relação clara entre o aumento da quantidade de sólidos a serem removidos e o acrêscimo de coagulantes necessários.
- d) TRATAMENTO BIOLÓGICO - decorrente dos sólidos em suspensão, haverá um aumento da DBO aplicada no tratamento biológico. Essa carga é ocasionada pelo aumento do material fino não retido pelos decantadores primários. O aumento da quantidade de lodos secundários não é significativo.
- e) SISTEMA DE RECALQUE DE LODOS E DIGESTORES - deverão ser aumentados em função do aumento da carga de lodos primários e secundários. Haverá excesso de espuma nos digestores exigindo sistemas especiais para evitar endurecimento. A in-

trodução, via restos de alimentos, de sólidos voláteis implica em ampliar a capacidade dos digestores na faixa de 1,2 a 2,4 m³/kg de sólidos voláteis/dia.

- f) DECANTADORES SECUNDÁRIOS - "o volume de lodo a ser retirado dos decantadores secundários deverá sofrer um aumento proporcional ao aumento do DBO aplicado. É razoável a estimativa de 0,150 l de lodo por m³ de esgoto tratado por filtros biológicos e de 0,5 l de lodo por m³ de esgoto tratado por lodos ativados".
- g) LEITOS DE SECAGEM - "poderão ser calculados considerando-se o valor de 150 kg de material digerido, por ano, por m² de área de secagem".

4. COMENTÁRIOS

4. COMENTÁRIOS

Os autores coligidos parece indicarem que os serviços de limpeza pública, mormente em grandes cidades, não teriam suas tarefas notavelmente facilitadas em virtude do uso do triturador. Na hipótese remota de que a população inteira, por exemplo, de São Paulo, triturasse totalmente seus restos de alimentos e os lançasse aos esgotos, apenas pouco mais de 7%⁶⁰ dos resíduos sólidos, em peso, deixariam de ser coletados. Porém, como tal situação é puramente teórica, o máximo que poderíamos supor é que a penetração do triturador no mercado se iniciasse pelos segmentos da população com maior renda "per capita". Conseqüentemente, nas grandes cidades, poderíamos ter alguns bairros com grande incidência de trituradores instalados. Nesse caso, seria de se esperar diminuição da freqüência de coletas nestas áreas; restaria, contudo, o problema

referente às residências destituídas de triturador, aos estabelecimentos comerciais e institucionais. RANKIN⁵², nessa linha, lembra que, talvez, pequenas cidades ou bairros isolados pudessem diminuir gastos operacionais de serviços de limpeza pública por decorrência do emprego generalizado de trituradores.

Em São Paulo, exemplo típico de uma situação dessas, seria a Granja Viana, bairro residencial com população homogênea de alta renda, onde os custos fixo e de manutenção do triturador seriam facilmente absorvidos.

A literatura evidencia não haver consequências perniciosas aos métodos de disposição dos resíduos sólidos. RANKIN⁵², assegura que a incineração e o aterro sanitário não seriam afetados; o relatório do GEGRAN⁶¹ frisa que a produção de composto seria ligeiramente comprometida em consequência da diminuição de matéria orgânica.

Para a disposição pura e simples, a céu

aberto, haveria, contudo, alguma vantagem: a diminuição de matéria orgânica ajudaria a evitar, provavelmente, a presença de aves, insetos e roedores.

O trabalho citado em 3.2. apresenta conclusão que nos deixa uma séria dúvida: se, presentemente, o esgoto não é usado como fonte de alimentos pelos ratos, o que aconteceria quando as redes transportassem restos de alimentos triturados? É sabido que o *Rattus norvegicus* só é coprófago em situações extremas e, em havendo alimentos nas proximidades, os coletores de esgotos seriam usados apenas como abrigo.

Interessante ressaltar a conclusão de que o *Rattus norvegicus* só se alimenta nos coletores quando a invasão das águas deixa resíduos alimentares. Isto nos estimula à dúvida levantada acima, e patenteia a impossibilidade de o esgoto, presentemente, ser usado como fonte de alimentos.

Note-se, ainda, nos Estados Unidos, onde a desratização é feita amplamente, ser motivo de a

lerta a perspectiva de uma explosão populacional do *Rattus norvegicus*, ocasionada pelo uso de trituradores.

Uma das afirmações mais corriqueiras sobre vantagens do uso do triturador é que concorreria positivamente na eliminação de moscas.

Parece-nos claro, todavia, que o trabalho de CAMPBELL & BLACK⁷ conclui ser o triturador, apenas, uma entre várias medidas de prevenção contra moscas. A coleta bi-semanal, também indicada, talvez, não pudesse ser estendida ao nosso caso, porquanto temperaturas médias maiores parecem encurtar, pelo menos, as primeiras fases do ciclo vital da mosca. Somando-se a isso, outra conclusão do autor, que há correlação positiva entre temperatura média diária máxima na semana e número de larvas e ninfas produzidas, por recipiente, na semana, chegaríamos à conclusão que os espaçamentos decorrentes da coleta bi-semanal resultariam muito grandes para as condições climáticas do Brasil.

A primeira recomendação do trabalho de CAMPBELL & BLACK⁷, de embrulhar os resíduos antes de depositá-los nos recipientes de coletas, parece-nos mais simples e econômico e é o que, atualmente, se usa em algumas cidades brasileiras. Aliás, apenas o uso do triturador dificilmente evitaria a presença de moscas; embalagens usadas de alimentos nos recipientes de coleta, também ocasionariam problemas semelhantes aos ocasionados pelos restos de alimentos. Tal conclusão, aliás, vem de encontro ao que nos afirmam POOLE & ERGANIAN⁵⁰ quando dizem que a campanha promovida pela municipalidade de Huntingburg, substituindo recipientes inadequados, acarretou, em média, menor número de moscas por recipiente, que em Jasper, dotada de trituradores.

Não nos ocorre, porém, explicação alguma para o aumento registado em Jasper, entre a primeira e a segunda inspeções. Estas, demais, foram feitas em duas épocas bastante próximas, e o autor não nos acena com qualquer outro elemento para digressões.

Dos trabalhos sobre a influência do triturador no consumo de água, o de WATSON⁶⁵ nos deu impressão de estruturar-se com mais cuidado relativamente ao planejamento e tratamento estatístico da experimentação.

Não nos adianta, infelizmente, os critérios utilizados para colher a amostra de 26 residências; porém, ao ajustar uma curva normal — não sabemos se, "a priori", foi usado algum teste de aderência — à distribuição de freqüências levantada, deixa patente o pressuposto da variabilidade dos consumos médios de água resultantes do funcionamento do triturador.

Conclusão importante do autor é que não houve diferenças significativas entre residências com diferentes números de domiciliados. Poderíamos, arrimados nessa conclusão, falar em consumo médio por residência, como ele próprio o fez, ao invés de consumo médio "per capita".

Todavia, o trabalho de WATSON⁶⁵ ao lan-

çar alguma luz sobre o tema, deixa de estudar a variação do consumo de água numa habitação como um todo, ao se introduzir nela, o triturador. Tanto é que o mesmo WATSON juntamente com alguns colaboradores volta a publicar outro trabalho⁶⁷, em 1967, estudando, agora, o problema dessa maneira. Apesar de se basear apenas em três residências, deixa em suspenso a questão do decréscimo do consumo de água, em vez do aumento, também levantado por BRITTO et alii⁵ em 1975, aqui no Brasil. Esses últimos autores, aliás, pecam ao se esquecerem que conclusões baseadas em dados que apresentam variabilidade, devem ser feitas dentro das técnicas usuais de Amostragem. Ora, se usamos apenas um ponto como amostra, nossas conclusões são válidas apenas para o ponto em questão, jamais para o universo, como seria esperado de um trabalho de tal natureza. WATSON et alii⁶⁷, aliás, nos alertam para esse problema, ao dizerem claramente que as conclusões deles, baseadas em três residências, não teriam aplicação geral.

As informações obtidas da literatura so-

bre instalações prediais nos proporcionam, apenas, alguns elementos sobre diâmetros de tubulações e caixas de gorduras. Todavia, nenhum dos autores se preocupou em estabelecer uma ligação entre a vazão da água no ato da trituração e as obstruções nos ramais prediais de esgotos. Em particular, COHN¹²vislumbra a possibilidade de haver entupimentos ocasionados pela pouca água usada no processo. O básico, na questão, seria, de outro modo, indagar qual a vazão ótima da torneira da pia onde está instalado o triturador, para que o material triturado fosse totalmente carregado até o coletor público; ou tentar estabelecer dependência entre o diâmetro do coletor predial e a vazão da torneira usada no processo de trituração.

Fica patente, ademais, que as tubulações de 50 mm de diâmetro seriam suficientes para o transporte do material triturado e que as caixas de gorduras, se usadas, deveriam ser redimensionadas a fim de suportar sobrecargas.

A preocupação com o possível aumento da

vazão dos esgotos se fundamenta nas eventuais dificuldades a ocasionar à rede coletora e às estações de tratamento. A literatura, contudo, demonstra ser concorde neste ponto: o aumento da vazão é desprezível. A não ser WRAIGHT⁷⁰, apurando um aumento de aproximadamente 10% em Jasper, Indiana, os restantes autores concluíram por um aumento nas proximidades de 2%, apenas. KLASSEN et alii³⁷, ao detectarem uma diminuição de vazão de 150 gal/cap/dia (567,8 l/cap/dia) para 114 gal/cap/dia (431,5 l/cap/dia), explicam ter havido tempo extraordinariamente seco antes da segunda medição. Com efeito, tal notícia invalida a conclusão do autor, pois, parece-nos óbvio que, para compararmos tais dados, deveria ter havido a preocupação básica de se procurar duas épocas do ano tão iguais quanto possíveis, porquanto o sistema de esgotos da "Dixon State School" era do tipo unitário.

O trabalho de WATSON & CLARK⁶⁶ deixa transparecer, com bastante clareza, não haver acréscimo substancial nas vazões "per capita" em função do número de trituradores instalados. Seria extrema-

mente interessante se os autores tivessem publicado a vazão "per capita" para Aurora em época anterior ao advento dos trituradores pois, com esse dado, poderíamos estimar a parcela da vazão decorrente do emprego de trituradores domiciliares para os cinco anos cobertos pela pesquisa.

A atenta leitura do sub-item 3.7. nos proporciona um quadro bastante variado sobre resultados obtidos por diferentes autores na intenção de quantificarem as mudanças nos esgotos em consequência da disposição dual.

Devemos entender, todavia, trabalhos como os de TOLMAN⁶⁴ e HASELTINE³³ como louváveis tentativas de depreender, apenas por comparação dos restos de alimentos e dos esgotos, as novas características dos esgotos sanitários na hipótese da disposição dual. Pelas TABELAS 11 e 12, publicadas por TOLMAN⁶⁴, chegaríamos aos acréscimos de sólidos em suspensão e DBO nas faixas de 31% e 23%, respectivamente, se todos os restos de alimentos produzidos em Indianápolis fossem lançados à rede de

esgotos. HASELTINE³³, porém, seguindo o mesmo raciocínio de TOLMAN⁶⁴, considerando, entretanto, esgotos e restos de alimentos para os Estados Unidos, como um todo, chega a resultados bastante superiores. O que nos sugere haver substanciais diferenças entre as modificações nos esgotos ocasionados pelos resíduos sólidos quando mudamos de região dentro, até, de um mesmo país.

Os resultados de WRAIGHT⁷⁰, parece-nos terem sido logrados com maior segurança, pois, procedem de uma pequena cidade que se decidiu pelo uso generalizado do triturador; o acompanhamento através dos anos, nos proporciona visão da evolução das características dos esgotos em função do número de trituradores instalados. 'Seria mais interessante, inclusive, que o autor tivesse publicado a que percentuais da população servida pela rede de esgotos corresponderiam esses trituradores. Os resultados, conquanto, bastante diversos dos de TOLMAN⁶⁴ e HASELTINE³³, indicam-nos claramente, que a estação de tratamento da pequena cidade sofreu pesada sobrecarga. Convém lembrar, nesse ponto, que

Jasper optou, conforme ERGANIAN et alii²², pela disposição dual por ponderável motivo: a cólera suína que grassava entre criações de porcos alimentados por restos de alimentos tornara difícil à municipalidade conseguir compradores para esses resíduos. Somando-se a isso a necessidade de diminuir a poluição do Rio Patoka, receptor de todo o esgoto de Jasper, por imposição da "State Pollution Control Board of Indiana", a cidade foi levada a se decidir por uma estação de tratamento que atendesse às duas imposições: diminuir a poluição do rio e dar destino racional aos restos de alimentos.

Outra informação de ERGANIAN et alii²² não contida em WRAIGHT⁷⁰, é que a cidade de Jasper, com 6.000 habitantes, contava com um estabelecimento de abate e acondicionamento de aves cuja produção era, em 1950, em média, de 333.000 lb /semana (151.000 kg/semana). Evidentemente, se esta indústria, ao correr dos anos, aumentou sua produção, mais rapidamente que o crescimento da população, como usava a rede de esgotos para dar fim a seus resíduos, originar-se-ia aí, pelo menos em parte, o

grande acréscimo "per capita" da DBO nos esgotos.

O trabalho de SCHARMAN⁶², apesar de seu cuidado em coletar amostras em diversos dias da semana, tem legitimidade bastante restrita, pois, suas conclusões se tornam válidas apenas para uma certa região da cidade de Tucson. Do ponto de vista estatístico, seria necessário considerar outros coletores das diversas regiões da mesma cidade, e assim, inferirmos conclusões para toda a cidade.

WATSON & CLARK⁶⁶ ao abordarem o caso de Aurora, nos coloca à frente de um aspecto bastante importante da questão, pois enfatiza o caso de uma pequena cidade-dormitório destituída de indústrias; por isso, as contribuições aos esgotos se devem exclusivamente aos domicílios da cidade. Patenteia, também, não existir uma rigorosa dependência linear entre população usuária de trituradores e acréscimos da DBO e sólidos em suspensão; talvez, ao correr dos anos, houvesse ocorrido mudanças nos hábitos da população para que a DBO se comportasse da maneira demonstrada na TABELA 16, crescendo, e logo depois, decrescendo.

O pequeno acréscimo da DBO e dos sólidos em suspensão se deve indubitavelmente, à peculiar característica da urbe que era a de servir, estritamente, de dormitório aos seus habitantes.

Dos trabalhos sobre mudanças das características dos esgotos, o de WATSON et alii⁶⁷ é o que, segundo nos parece, melhor patenteia as diferenças existentes entre duas residências. Não obstante os autores deixarem de explicar os motivos pelos quais consideraram residências com o mesmo número de domiciliados e pertencentes a uma mesma área dos Estados Unidos, facilmente deduzimos que era intenção eliminarem as influências devidas a regiões e a número de habitantes nas estimativas dos acréscimos da DBO, sólidos em suspensão e gorduras. Para comprovar, contudo, diferenças, teria sido desejável aplicar-se um teste de médias, o que não foi feito. Evidenciam, entretanto, os estudos de WATSON et alii⁶⁷ que, basear-se, unicamente, numa residência, ou num pequeno número delas, para inferir dados para um universo é temeridade em demasia.

Já BARROS et alii¹, não encontraram diferenças significativas entre três residências do Rio de Janeiro, mesmo com número diferente de domicílios.

Resultados totalmente inesperados, são os de BRITTO et alii⁵ em nada parecidos com outros da literatura. É certo que se basearam em apenas um ponto do universo: cozinha de um restaurante. Explicaríamos as violentas discrepâncias, lembrando-nos que os tipos de alimentos servidos, talvez, apresentassem alguma peculiaridade; também, poderia significar que estivesse havendo um violento desperdício de alimentos no restaurante por parte de seus usuários.

Em geral, os estudiosos da disposição dual concluem não serem os trituradores fonte de obstruções. Limitam-se, no mais das vezes, a verificar, "a posteriori", se houve ou não aumento da deposição e medir velocidade da corrente e diâmetro da tubulação. Não nos foi dado conhecer trabalhos que procurassem estabelecer, pelo menos dentro de cer-

tos critérios, quais as condições de projeto da rede coletora para que não haja acúmulo de depósitos.

Além do mais, autores como COSENS & HANEMANN¹⁶ e BRITTO et alii⁵ se preocuparam apenas de pesquisar se o material triturado sedimenta rapidamente, deixando de lado, entretanto, importante aspecto, que é o da aderência das gorduras nas paredes dos coletores. Nesse particular, com efeito, as afirmações de OWEN⁴⁸, SENGES⁶³ e MANFRINI⁴³ entram em conflito com as conclusões de BOWERMAN & DRYDEN³.

Estes últimos, em resumo, afirmariam: se os detergentes, normalmente, mantêm as gorduras no estado coloidal ou em suspensão, nos esgotos, todavia, em presença de bactérias, passariam a agir de maneira completamente diferente. Estas, por intermédio de seus enzimas, possibilitariam a formação de sabões insolúveis, responsáveis pelas grandes deposições verificadas em Altadena. Não deixa de ser deveras alarmante, aliás, a notícia de emissário de 54" (1.350 mm) de diâmetro, completamente obstruí-

do por tal processo; frisemos terem os autores calculado em 90% a 95% o percentual de ácidos graxos saponificados ou sabões insolúveis nos depósitos dos coletores. Vale dizer, de outro modo, que o verdadeiro responsável por obstruções não são as partículas de alimentos triturados mas sim os glóbulos resultantes das reações químicas das quais participam ativamente gorduras e detergentes.

Importante, também, ressaltarmos SCHARMANN⁶² ao acentuar que os depósitos são facilmente retirados por raspadores, e que tal serviço deve ser feito, pelo menos, anualmente. O que resultaria, sem dúvida, num acréscimo ponderável nos custos de manutenção da rede.

Embora os consistentes estudos de BOWERMAN & DRYDEN³ e SCHARMANN⁶² cheguem a resultados pelo menos inquietantes quanto ao uso do triturador, POOLE & ERGANIAN⁵¹ e WRAIGHT⁷⁰, concluem por não haver implicação direta do triturador nas deposições. Denota-se-nos, por conseguinte, mais uma vez, que, nesse campo de estudos, resultados obtidos a-

lhures só poderão ser aplicados em outras comunidades com a devida cautela.

Em referência às sobrecargas nas estações de tratamento, desde o princípio preocupou-se, principalmente, de estudar a digestão da mistura esgotos-restos de alimentos, e a conclusão unânime é que não haveria dificuldades intransponíveis; não nos fica bastante claro, a propósito, qual seria a proporção ótima para que a digestão não fosse prejudicada. Em se ficando com os resultados de KEEFER & KRATZ³⁶ e WHITLEY⁶⁸, concordaríamos com FAIR²⁶ e GRIFFIN³⁰: a quantidade de restos de alimentos produzida por uma comunidade é desproporcionalmente superior à de esgotos para se conseguir uma boa digestão.

Entretanto, a conclusão de WYLLIE⁷¹ é mais animadora que a dos autores supra, pois conseguiu digestão completa, a despeito de adicionar aos esgotos todos os restos de alimentos produzidos em Lansing.

TOLMAN⁶⁴ e ROSS⁵⁹ chegam a resultados a-

nálogos aos de WYLLIE⁷¹ ressaltando a grande produção de gases nos digestores. Aliás, a concentração de restos alimentares nos esgotos, tomada como referência por TOLMAN⁶⁴ (0,48 g/l), é próxima à resultante da tentativa de WYLLIE⁶²; senão, vejamos: 75.000 pessoas em Lansing produzindo 250 g/cap/dia de restos de alimentos e $8,47 \cdot 10^6$ gal/dia ($32,0 \cdot 10^3$ m³/dia) de esgotos resulta na concentração:

$$\frac{75.000 \cdot 250}{32 \cdot 10^6} \approx 0,58 \text{ g/l}$$

Demais, TOLMAN⁶⁴ e ROSS⁵⁹ são concordes nas capacidades recomendadas para os digestores em razão do tratamento conjunto. Os critérios de dimensionamento propostos por MANFRINI⁴² para o projeto de uma estação de tratamento de esgotos apresentam especial interesse, principalmente para o cálculo de custos adicionais causados pela trituração.

Não encontramos, contudo, na literatura, trabalho com que pudesse ser cotejado.

Em complemento, citamos relatório da "Pu
blic Health Service"²⁵, já em 1952, condenando o
lançamento de resíduos sólidos pela cidade de Ne-
braska, via esgotos sanitários ao rio Missouri. Re
comenda entre outras coisas:

- a) que se proíba o uso de trituradores por estabe-
lecimentos de abate e beneficiamento de animais;
- b) que a municipalidade e as indústrias iniciem i-
mediatamente programa de tratamento de seus es-
gotos;
- c) que a cidade de Nebraska dê início, tão logo quan-
to possível, a projeto de construção de uma no-
va estação de tratamento de água, em substitui-
ção à existente, possibilitando, dessa maneira,
o uso, pela população, de água livre de odores,
gorduras e outras características condenáveis.

No que respeita à cidade de São Paulo, se
somarmos a estas recomendações, a concudente de-
núncia de BRANCO⁴, recentemente exarada, de que a-
penas "1,4% das cargas poluidoras dos esgotos é re
movido antes do lançamento destes aos rios", vis-
lumbraremos um quadro profundamente desolador.

Oportuno, por fim, seria transcrevermos o seguinte pronunciamento da Organização Mundial da Saúde⁴⁷:

"O planejamento, a organização, a administração e avaliação dos programas nacionais de luta contra a poluição ambiental devem ser levados a cabo sistematicamente utilizando modernos métodos de gestão e de análise tipo risco/benefício, custo/benefício e custo/eficácia";

em vista disso, somos forçados a considerar o problema do uso generalizado do triturador, como pertinente a um contexto bem mais amplo, merecendo, pois, uma análise sistêmica que nos permita avaliar corretamente suas implicações dentro das perspectivas da saúde pública.

5. CONCLUSÕES

5. CONCLUSÕES

Poderíamos dizer que o emprego dos trituradores domiciliares como meio generalizado de afastamento e/ou disposição de restos de alimentos ainda é assunto controvertido.

Conquanto muitos aspectos não tenham sido, ainda, suficientemente estudados, parece-nos claro que:

1. Os serviços de limpeza pública de grandes centros urbanos não apresentam decréscimo consistente em seus custos operacionais em decorrência do uso de trituradores. Porém, em pequenas comunidades, vislumbra-se a possibilidade de, em se empregando o triturador, obtermos sensível redução de custos nos serviços de coleta e transporte de resíduos sólidos.

2. Carece de estudos mais acurados aspectos atinentes à evolução da população de roedores; se, por um lado, empresas fabricantes do triturador ressaltam o fato de haver decadência das colônias em consequência de seu uso, não hã, contudo, resultados conclusivos sobre o comportamento do *Rattus norvegicus* no interior das redes de esgotos, quando estes passam a transportar restos de alimentos triturados.
3. Também não está comprovado que o uso do triturador venha a modificar sensivelmente a população da *Musca domestica*. Contudo, seu emprego, associado a outras providências, poderia nos levar à quase eliminação destes insetos.
4. O aumento do consumo de água não é de causar apreensão, havendo autores que detectaram justamente o inverso.
5. As instalações prediais não precisam sofrer transformações radicais em vista da instação do triturador, com exceção das caixas de gordura que, onde usadas, deverão ser aumentadas.

6. A vazão do esgoto não sofrerá, também, aumento sensível. Em função disso, as redes de esgotos e, tampouco, as estações de tratamento receberão vazão extra considerável.
7. A composição dos esgotos será bastante modificada. Resultados obtidos por diferentes autores não nos deixam, entretanto, concluir exatamente quais seriam as novas características dos esgotos. Fica-nos claro, todavia, que estudos apoiados num bom planejamento estatístico deverão nos levar a resultados mais consistentes.
8. Em que pesem opiniões e conclusões de alguns autores, existem claras indicações, em decorrência de trabalhos de outros, que haverá, inevitavelmente, obstrução nas redes causadas por gorduras e detergentes.
9. As estações de tratamento sofrerão sobrecarga, necessitando, em consequência, estudos bastante cuidadosos de redimensionamento. A produção de gases nos digestores é maior, visualizando-se com

isso, seu possível emprego como fonte de energia. Entretanto, não fica suficientemente esclarecido qual seria a proporção conveniente entre restos de alimentos e esgotos para se conseguir uma boa digestão.

10. Não se nos afigura, em consequência, solução para a remoção e tratamento dos resíduos sólidos o emprego mesmo generalizado, do triturador doméstico em países em vias de desenvolvimento, onde problemas mais importantes de saúde pública estão a solicitar da população e do poder público um grande empenho na sua solução. Além de exigir um investimento adicional na compra, operação e manutenção do equipamento, acarretaria, também, outros custos indiretos motivados, principalmente, pela manutenção da rede e pela sobrecarga nas estações de tratamento de esgotos. Por outro lado, uma vez que, atualmente, se observa, ainda, o lançamento dos esgotos "in natura" aos sistemas hídricos, agravar-se-ia o problema da poluição das águas.

RESUMO / SUMMARY

BIBLIOTECA
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
SP - 8

RESUMO

O autor, depois de apresentar uma visão geral da problemática dos resíduos sólidos, procede a uma revisão da literatura especializada, buscando implicações do uso generalizado do triturador doméstico. Observou, então, que os serviços de limpeza pública, em grandes cidades, não sofreriam sensíveis reduções de seus custos, ao contrário de pequenas comunidades que, certamente, teriam gastos com serviços de coleta sensivelmente reduzidos.

Há evidências de que as redes coletoras de esgotos sofreriam obstruções em consequência do aumento de gorduras e detergentes nos esgotos. O consumo de água nas habitações equipadas com trituradores não seria ponderavelmente alterado. Não se observou, também, relação muito clara entre o uso do triturador e a eliminação de moscas e roedores. Há, todavia, indicações mais precisas com referência às sobrecargas nas estações de tratamento de esgotos. Concluiu, em vista das controvérsias sobre o assunto, serem necessárias outras abordagens mais detalhadas, mormente, para as condições locais.

SUMMARY

After presenting a general view of the problems referring to solid wastes, the author reviews the specialized literature in order to focus publications dealing with the general application of the domestic garbage grinder. It has been pointed out that the costs of public cleaning services in big cities would not be reduced whereas in small towns the costs of collection services would be widely reduced.

There has been evidence that the sewerage systems would clog up with the increase of grease and detergent. Water consumption in homes where garbage grinders are used would not be altered considerably. Also, a clear-cut relationship between the use of the garbage grinder and the elimination of flies and rodents has not been observed. However, there is more precise literature concerning the overload of waste treatment plants. In view of the dispute about this matter, the paper comes to the conclusion that a more detailed approach is necessary, mainly because of local circumstances.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARROS, Fernando Amorim de et alii - Contribuição ao estudo do emprego de trituradores de lixo de cozinha, tendo em vista seus efeitos nos sistemas de esgotos. Rio de Janeiro, Superintendência de Urbanização e Saneamento, 1971. 21 p. (Apresentado ao Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 6º, São Paulo, 1971).
2. BLOODGOOD, Don E. - Digestion of garbage with sewage sludge. Sewage Wks J., 8(1):3-12, 1936.
3. BOWERMAN, F.R. & DRYDEN, Franklin D. - Garbage, detergents and sewers. J. Wat. Pollut. Control Fed., 34(5):475-494, 1962.
4. BRANCO, Samuel Murgel - O tratamento dos esgotos na Grande São Paulo como medida sanitária indispensável e urgente. Revista DAE, (106):28-30, 1976.
5. BRITTO, Evandro Rodrigues de et alii - Efeitos do triturador de lixo de cozinha nos sistemas de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, CEDAE, 1975. 24 p. (Apresentado ao Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 8º, Rio de Janeiro, 1975).

6. CALDAS AULETE, F.J. - Dicionário contemporâneo da língua portuguesa. 5a. ed., Rio de Janeiro, Ed. Delta, 1970.
7. CAMPBELL, E. & BLACK - *The migration of fly larval from refuse containers Vs frequency of collection*. Publ. Wks, 92(4): 120-122, 1961.
8. CARPENTER, Lewis V.; ROGEL, Albert C. & GRABOIS, Bernard - The disposal of garbage in the sewerage system. Sewage Wks, 8(5): 728-741, 1936.
9. CASTRO E SILVA, Palládio Barroso de - Saneamento urbano, problemas do lixo: trituração domiciliar dos resíduos. Belo Horizonte, s.c.p., 1957. 65p. (Tese cátedra - Universidade de Minas Gerais. Escola de Arquitetura - mimeografada).
10. COHN, Morris M. - The dual disposal of sewage and food wastes. Munic. Sanit., 5(11): 368-383, 1934.
11. COHN, Morris M. - Effect of food wastes on sewers and sewage treatment. Sewage Wks. J., 18(3): 477-483, 1946.
12. COHN, Morris M. - Field tests show feasibility of home disposal of wastes. Munic. Sanit., 6(3): 80-85, 1936.

13. COHN, Morris M. - Recent development in dual disposal. Sewage Ind. Wastes, 23(1):54-58, 1951.
14. CONGRESSO IBEROAMERICANO DEL MEDIO AMBIENTE, 1, Madrid, 1975. Acta de la sesion de clausura. Madrid, Centro de Estudios del Medio Ambiente, 1975.
15. COOPER Jr., Thomas - Garbage grinders and sewage treatment at a State Hospital. Publ. Wks, 85(4):110, 1954.
16. COSENS, Kenneth W. & HANEMANN, Erich J. - ————
————— Am. Cy, 64(1):—————, 1949.
17. EHLERS, V.M. & STEEL, E.W. - apud LOPES DOS SANTOS, Zozymo³⁹.
18. ENGRACIA DE OLIVEIRA, Walter - Lixo e limpeza pública: Introdução, definição e antecedentes. IN: SEMINÁRIO NACIONAL DE LIMPEZA URBANA, 2º, Rio de Janeiro, 1973. Rio de Janeiro, 1973. (paginação irregular).
19. ENGRACIA DE OLIVEIRA, Walter - Resíduos sólidos e poluição ambiental. Revista DAE, (101): 46-56, 1975.

20. ENGRACIA DE OLIVEIRA, Walter - Resíduos sólidos: introdução. IN: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental - Resíduos sólidos e limpeza urbana. São Paulo, 1973. cap. 1, p. 1.1 - 1.13.
21. ENGRACIA DE OLIVEIRA, Walter - Saneamento do lixo. IN: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Higiene e Saúde Pública - Lixo e limpeza pública. São Paulo, 1969. cap. 1, p. 1.1 - 1.16.
22. ERGANIAN, George K.; BELTER, Walter G & GRABER, Ralph C. - Effects of community-wide installation of household garbage-grinders on environmental sanitation. Washington, D.C., Public Health Service, 1974. 41p.
23. ESTADOS UNIDOS. Department of Health, Education & Welfare. Public Health Service - Elements of solid waste management. Cincinnati, Environmental Protection Agency, 1971. (paginação irregular).
24. ESTADOS UNIDOS. Institute for Solid Wastes of the American Public Works Association. Solid waste collection practice. 4th ed. Chicago, 1975. 556p.

25. ESTADOS UNIDOS. Public Health Service. Investigation of pollution in the Missouri river, as aggravated by garbage dumping at Omaha, Nebraska. Washington, D.C., 1952.
26. FAIR, G.M. - Digestion of garbage. Sewage Wks J., 6:259, 1934.
27. FRANÇA. Electricité de France. Service National. Le service du traitement industriel: les résidus urbains. Paris, 1970. 33p.
28. GARCEZ, Lucas Nogueira - Hidráulica urbana e saneamento. São Paulo, Ed. USP, s.d., 65p.
29. GILBERTSON, W.E. - Tendências actuales y futuras de los sistemas municipales de evacuación de desechos sólidos. IN: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD - Problemas de evacuación y tratamiento de desechos en las colectividades. Ginebra, 1970. p. 11-24. (Cuadernos de Salud Publica, 38).
30. GRIFFIN, Guy E. - Garbage disposal into sewers. Publ. Wks, 67(3):12-13, 1936.
31. GRIFFIN, Guy E. - A report on grinding and treating it with sewage in Greenwich, Conn. Publ. Wks, 67(4):13-15, 1936.

32. GUANABARA. Instituto de Engenharia Sanitária. SURSAN - Trituradores domiciliares na Baixa da de Jacarepaguã. Rio de Janeiro, 1971.
33. HASELTINE, T.R. - Addition of garbage to sewage. Wat. Sewage Wks, 102:R308-R311, 1955.
34. HYDE et alii - apud BOWERMAN, F.R. & DRYDEN, Franklin D³.
35. JOVE, J.A. et alii - apud LOPES DOS SANTOS, Zózy³⁹.
36. KEEFER & KRATZ - The quantity of garbage that can be digested with sewage sludge. Sewage Wks J., 6:250, 1934.
37. KLASSEN, C.W.; HUDSON, L.D. & THOMAS, R.G.-Treatment plant takes ground garbage in its stride. Publ. Wks, 85:110-112, 1954.
38. KRISTIANSEN, James - An investigation of solid-liquid flow in pipeline and its applicability to solid waste collection. s.l.p., s.c.p., 1968.
39. LOPES DOS SANTOS, Zózimo - Contribuição ao estudo da problemática do lixo urbano. Santa Maria, RGS, Pallotti, 1966. 232p. (Tese livre-docência - Universidade Federal de Santa Maria. Faculdade de Farmácia e Bioquímica).

40. LOPEZ GARRIDO, J.; VIDAL, Francisco M. & PEREIRA MARTINEZ, J. - Basura urbana: recogida, eliminación y reciclaje. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, 1975. 294p.
41. MACHADO, Paulo Affonso Leme - Poluição por resíduos sólidos. Implicações jurídicas. São Paulo, Revista dos Tribunais, 1976. (Separata da Revista dos Tribunais, p. 30-7, mar. 1976).
42. MANFRINI, Cláudio - Conjugação dos problemas do lixo e dos esgotos. IN: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Higiene e Saúde Pública, Lixo e limpeza pública. São Paulo, 1969. cap. 7, parte 7.5, p.7.5.1.-7.5.22.
43. MANFRINI, Cláudio - Trituradores domiciliares. 10p. (Apresentado ao Seminário Nacional de Limpeza Urbana, 1º, Rio de Janeiro, 1969).
44. McGAUEY, Percy H. - apud ENGRACIA DE OLIVEIRA, Walter¹⁹.
45. MCKINNEY, R.E. & MAHLOCH, J.L. - An economic evaluation of garbage grinding Vs surface collection and disposal. Wat. Sewage Wks, 118:R54-R56, 1971.
46. MICK, K.L. - Effect of garbage grinding on sewage treatment. Publ. Wks, 86(2):122-24, 1955.

47. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Comité de Expertos en Planificación y Administración de los Programas Nacionales para la Lucha contra los Efectos Nocivos de los Contaminantes, Ginebra, 1973. Informe. Ginebra, 1974. (Ser. Inf. tecn., 554).
48. OWEN, Mark B. - The future of home garbage grinders. Wat. Sewage Wks, 96(5): 187-189, 1949.
49. PALMER, Clyde L. & NUSBAUM, Isadore - Ground Garbage studies at Detroit. Sewage ind. Wastes, 23(9):1113-1117, 1951.
50. POOLE, B.A. & ERGANIAN, George K. - Public health benefits from the disposal of garbage in sewers. Amer. J. publ. Hlth, 41: 1106-1111, 1951.
51. POOLE, B.A. & ERGANIAN, George K. - Recent developments in dual disposal: a discussion. Sewage ind. Wastes, 23(3):278-280, 1951.
52. RANKIN, R.S. - Home ground garbage. Publ. Wks, 91 (4):58-62, 1960.
53. RAWN, A.M. - apud BOWERMAN, F.R. & DRYDEN, Franklin D.³.
54. REFUSE collection costs not ground away. Sewage ind. Wastes, 23(8):981, 1951.

55. REFUSE study program: characteristics and quantity. Publ. Wks, 90(11):125, 1959.
56. REPORT on the effect of garbage grinding on sewers and sewage purification. Inst. Sewage Purification J. Proc., 110-112, 1956.
57. RESÍDUOS sólidos: que fazer com 10 mil ton/dia de lixo? - Engenharia na Indústria, (16):12-20, 1976.
58. RIBEIRO DA LUZ, Francisco Xavier - Métodos de acondicionamento do lixo. IN: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Higiene e Saúde Pública - Lixo e limpeza pública. São Paulo, 1969. cap. 5, p. 5.1 - 5.30.
59. ROSS, W.E. - Dual disposal of garbage and sewage at Richmond, Indiana. Sewage Ind. Wastes, 26(2):140-148, 1954.
60. SÃO PAULO (cidade). Prefeitura. Secretaria de Serviços e Obras. Departamento de Limpeza Pública - Limpeza pública em São Paulo: situação atual. São Paulo, 1975. 34p.
61. SÃO PAULO (estado). Secretaria da Economia e Planejamento. GEGRAN. Resíduos sólidos em áreas metropolitanas. São Paulo, 1973.

62. SCHARMAN, Kenneth - Effects of garbage grinders on sewers at Tucson, Arizona. Sewage Ind. Wastes, 29(4):480-482, 1957.
63. SENGES, G.H. - Limpeza urbana: métodos e sistemas. Rio de Janeiro. Instituto Nacional de Assessoria aos Municípios, 1969. 111p.
64. TOLMAN, S.L. - Ground garbage: its effect upon the sewer system and sewage plant. Sewage Wks J., 19(3):441-463, 1947.
65. WATSON, Kenneth S. - Water requirements of dish washers and food waste disposers. J. Am. Wat. Wks Ass., 55(5):555-559, 1963.
66. WATSON, Kenneth S. & CLARK, Curtis -What ground garbage does to a sewerage system. Publ. Wks, 76(7):108-111, 1961.
67. WATSON, Kenneth S.; FARREL R.P. & ANDERSON, J.S. - The contribution from the individual home to the sewer system. J. Wat. Pollut. Control Fed, 39(12):2039-2054, 1967.
68. WHITLEY Jr., F.H. - Experiments on the digestion of garbage and sewage solids. Sewage Wks J., 8(1):13-15, 1936.

69. WILKEN, P.S. - Características gerais do lixo.
IN: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade
de Higiene e Saúde Pública, ed. - Lixo e
limpeza pública. São Paulo, 1969. cap. 2,
p. 2.1. - 2.30.
70. WRAIGHT, Frank D. - Garbage grinder experien-
ces, Jasper, Indiana. Sewage Ind. Wastes,
28(1):44-48, 1956.
71. WYLLIE, George, F. - A year's experience in di-
gestion of sewage and garbage solids. Sewa-
ge Wks J., 12(4):760-770, 1940.

APÉNDICE

APÊNDICE

CONVERSÃO DE UNIDADES

1 galão (gal) = 3,785 l

1 pé cúbico (ft^3 , cuft) = 28,3 l

1 milhão de galões/dia (MGD) = 43,8 l/s

1 libra (lb) = 454 g = 0,454 kg

1 tonelada americana (ton, tone) = 2.000 lb = 908 kg

FONTE: AZEVEDO NETTO, J.M. de - Manual de Hidráulica,
4a. ed., São Paulo. Ed. Edgard Blücher, Ed.
USP, 1966, p. 866.