

UMA PROPOSTA PARA EVITAR A POLUIÇÃO POR LIXO E ESGOTO DOMÉSTICO

Carlos L. Maciel Filho

Departamento de Geociências. Centro de Ciências Naturais e Exatas.
UFSM. Santa Maria, RS.

RESUMO

O lixo, esgotos fecais ou águas servidas provocam poluição quando não forem devidamente tratados ou infiltrados no solo. Este tratamento nem sempre é técnica e economicamente viável.

Para solucionar este problema foi desenvolvida uma experiência para tratar as águas servidas, esgotos fecais e lixo biodegradável em unidades domiciliares. A unidade testada é composta basicamente por biodigestor e filtro aerador com acessórios para alimentação e limpeza. Os produtos finais são água filtrada e aerada, biofertilizante e gás combustível.

SUMMARY

MACIEL FILHO, C.L. 1988. One Proposition to prevent Pollution by Domestic solid waste and sewer. *Ciência e Natura*, 10: 49-58.

Solid waste, fecal sewer or used water cause pollution if they will not be managed rightly or infiltrated in the soil.

This management sometimes is not technically and economically possible.

To resolve this problem, one experience to treat used waters, fecal sewers and biodegradeable solid wastes of a house was developed. This treatment unit is composed basically by aerated filter and biodigester with accessories to nutrition and cleaning. The final products are filtrated and aerated water, combustible gas and fertilizer.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a poluição da água subterrânea e águas superficiais, bem como a inutilização de terras com o lixo, motivou uma avaliação sobre os métodos de tratamento do lixo e esgoto usados na região e o desenvolvimento de uma experiência capaz de servir como proposta de nova solução.

Este trabalho apresenta na primeira parte considerações gerais sobre a circulação da água, o lixo e o esgoto e seus modos de tratamento, exemplificando com situações observadas em Santa Maria, RS.

Na segunda parte é apresentado sucintamente o funcionamento de uma experiência realizada com a finalidade de evitar a poluição por lixo e esgoto doméstico transformando-os em produtos úteis. É discutida também sua eficiência, aplicação, efeitos e vantagens.

O CAMINHO DAS ÁGUAS EM ÁREAS POVOADAS

As fontes de abastecimento de água para consumo doméstico e industrial podem ser divididas em duas: fluvial e subterrânea. No primeiro caso necessita normalmente de tratamento pois os rios, além de componentes sólidos e organismos naturais, estão freqüentemente carregados de outras substâncias poluentes. A água subterrânea muitas vezes não precisa ser tratada, pois grande parte de nossos aquíferos, ao menos os mais profundos, ainda não estão contaminados.

Embora muitas cidades sejam oficialmente abastecidas por água tratada proveniente de rios, o consumo de água subterrânea é significativo. Como exemplo, Santa Maria é abastecida por água tratada e canalizada pela Companhia Rio Grandense de Saneamento (CORSAN). No entanto o número de poços profundos eleva-se a várias centenas, sendo acionados em complementação a água canalizada pela "rua".

Desta forma, fica evidenciada a necessidade de sempre ser preservada a água subterrânea. Na área urbana de Santa Maria, o aquífero freático mais superficial é geralmente desprezado por oferecer grande probabilidade de poluição. Recentemente um poço foi perfurado sobre antigo sumidouro, encontrando um freático contaminado e, sem os cuidados necessários, misturou esta água com a do aquífero confinado causando grandes prejuízos a vizinhança que também se abastecia deste aquífero.

O uso doméstico toma água limpa e a carrega com algum poluente cuja carga pode ser dividida em três classes: de pequeno teor e pouco poluente, como a procedente de chuveiros, pias, tanques de lavar roupa; de carga média de detritos, como a procedente de pias de cozinhas; de carga fecal. Em todos os casos, a água atua mais como um veículo, havendo poucas substâncias dissolvidas, como sabão, sais, ácidos, urina, etc. A fermentação e dissolução de outras substâncias orgânicas se dará nas fossas, caixas de inspeção, sumidouros, esgotos ou mesmo sargetas, quando não há canalização ou infiltração.

As águas usadas numa residência poderão ter dois caminhos: serem canalizadas ou serem infiltradas no solo junto a residência.

DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS

Se a água usada for canalizada poderá ser conduzida a uma estação de tratamento de esgoto. Se esta não existir irá poluir o rio onde for lançada.

Como por exemplo do tratamento de esgoto, Santa Maria teve sua primeira instalação a oeste do Parque Residencial Padre Caeetano, implantada na década de 1930 atendendo o centro da cidade. Em 1986 foi inaugurada nova Estação de tratamento de Esgoto, a qual atende uma área maior da cidade, deixando fora, até o presente momento, os bairros periféricos, como Lourdes, Medianeira, Km 3, Vila

Kennedy, São José, Pê de Plātano, Camobĩ, Pinheiro Machado (exceto a Vila Tancredo Neves), Pres. Juscelino Kubitschek. O volume de esgoto a ser tratado poderã atingir 350 litros por segundo.

Quando não hã canalização do esgoto, fica a encargo do proprietário fazer o tratamento domêstico. Para tanto sã usadas fossas sêpticas ligadas a unidades complementares deste tratamento que sã os sumidouros ou as valas de infiltração. As fossas sêpticas sã projetadas para período de 24 horas mais capacidade para armazenar o lodo (Steel, 1966). Sã unidades de tratamento de esgoto, em que este passa a ter fluxo horizontal e lento no seu interior deixando grande parte do material suspenso, para depois se infiltrar no solo ou em águas de superfície, devendo neste caso passar por tratamento complementar como prevê a norma NBR 7229.

A norma estabelece que a adoção de fossas sêpticas é uma solução viável "em zonas desprovidas de rede pública de esgotos sanitários", devendo contudo não causar poluição às águas, ao solo e não apresentar odores desagradáveis, presença de insetos e outros inconvenientes. Sã encaminhadas às fossas sêpticas todos os despejos domêsticos oriundos de cozinhas, lavanderias, bidês, banheiras, mictôrios e ralos de pisos de compartimentos internos. Não devem ser lançadas águas pluviais às fossas sêpticas. Se a fossa não for periodicamente limpa, ela perderã a sua finalidade.

O dimensionamento dos sumidouros e valas de infiltração é calculado em função da capacidade de absorção do terreno, através do ensaio de infiltração descrito na norma.

Se o solo não permitir a infiltração, os sumidouros vão regorgitar deixando que os efluentes corram pelas sargetas das ruas e daí a algum arroio. No Núcleo Residencial Fernando Ferrari (COHAB), em Santa Maria, foi constatada essa situação (Andreola e Maciel Filho, 1986).

Se o solo for muito permeável ou o nível freático estiver muito perto, poderã haver poluição da água subterrânea.

O LIXO

O lixo apresenta uma composição variada. O lixo domêstico é composto de substâncias deterioráveis a curto prazo e outras não deterioráveis. As primeiras apresentam sinais sensíveis de deterioração em dias ou mesmo horas, causando mau estar seja pelo odor, seja pelo aspecto.

Colocado inicialmente em pequenas lixeiras, é transportado daí para outras maiores ou sacos plásticos que serão recolhidos pelo serviço de coleta. Quando este não existe, o lixo freqüentemente é enterrado ou lançado em terrenos baldios.

As cidades com industrialização do lixo ou com aterros sanitários bem executados sã raras. Geralmente o material recolhido

é lançado em alguma área menos valorizada criando um aspecto desagradável, mau cheiro, condições para proliferação de moscas, ratos, etc., além de poluir a água subterrânea ou mesmo superficial. Assim são sacrificados vários hectares de terra na periferia das cidades cuja recuperação é muito difícil.

Tomando como exemplo o caso de Santa Maria, a situação do serviço de coleta de lixo pela Prefeitura Municipal, conforme declarações do Secretário de Obras, na ocasião, Eng. Luiz Antônio Graviña, é a seguinte.

Os locais usados para depósito de lixo são: Vila Lídia, com 4 ha; proximidades da Vila Cerrito, com aproximadamente 4 ha; leito seco do Arroio Cadena na Vila Oliveira, com 1 ha; leito seco do Arroio Cadena na Vila Renascença, com 3 ha; Fazenda Santa Marta, com 10 ha.

Os locais da Vila Renascença e Vila Lídia, estão sendo reaproveitados para loteamento.

Cerca de 80% da cidade é coberta pela coleta, ficando fora os bairros ou vilas periféricas. Nas sedes dos outros distritos do Município não há coleta. A quantidade coletada por dia é cerca de 45 toneladas ou 120 m^3 .

Segundo o "Projeto de Tratamento de Lixo Urbano para Santa Maria - Convênio: PM-SM/UFSM", o volume total médio por dia é de 323 m^3 , volume e peso médio por habitante por dia de $0,004 \text{ m}^3$ e $0,75 \text{ kg}$ respectivamente, sendo atendida em 1985 49% da população urbana ou 86.405 habitantes.

O lixo urbano, com base em pesquisa feita pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre, teria a seguinte composição em peso: materiais orgânicos 47%; rejeitos 23%; papéis 16,4%; vidros 6,1%; latas 4,4%; plásticos 3,1%.

É considerado rejeito a parte não reciclável, como trapos, borrachas, couros, materiais não identificados, de longo período de biodegradação.

TRATAMENTO DO LIXO

Há muitas maneiras de tratar o lixo ou simplesmente acumulá-lo. Como exemplo deve-se citar o "Projeto de Tratamento de Lixo Urbano para Santa Maria" convênio PM-SM/UFSM.

Este prevê a recepção diária do lixo em uma moega, do qual passaria a uma esteira de catação, onde operários catariam os materiais dividindo-os em 9 montes: vidro branco, vidro corado, plástico mole, plástico duro, papel comum, papelão, latas, metais ferrosos, metais não ferrosos. Destes montes os materiais seriam levados para seus locais de estocagem, lavados, prensados e levados para algum reaproveitamento. O material restante na esteira (material orgânico e rejeito) passaria por um moinho de martelos para reduzir o tamanho

das partículas e com o auxílio de um trator, seriam dispostos em leiras de compostagem por prazo de 120 dias. O composto já tratado seria conduzido à peneira de separação com a finalidade de retirar o material orgânico, sendo os rejeitos enviados para aterro sanitário. O material orgânico seria armazenado em sacos de 60 kg para comercialização. Segundo a American Society of Civil Engineering, in Steel (1966), "o aterro sanitário é um método para disposição do lixo no solo, sem prejudicar o meio ambiente, sem provocar doenças ou risco para a segurança e saúde pública, método este que emprega princípios de engenharia para confinar o lixo na menor área possível e para reduzir ao mínimo seu volume; para outrossim, cobrir o lixo assim de positado com capa de terra ao término de cada jornada ou a intervalos mais freqüentes, quando necessário".

BIODIGESTORES

Os biodigestores são usados na zona rural para obtenção de gás e biofertilizantes, a partir de excrementos de animais ou mesmo de restos de vegetais. Há vários sistemas em vários países, como po de ser visto no "Estado da Arte da Digestão Anaeróbica" do CETEC- MG. Numa inspeção realizada em biodigestor construído em julho de 1982 foi constatado perfeito funcionamento. Seu custo na época foi de Cr\$ 260.000,00. Seu tamanho era de aproximadamente 3,5 m de profundidade, 2,6 m de diâmetro, sendo alimentado com cerca de 80 a 150 kg de esterco por dia, proveniente de 10 vacas semi-confinadas. A produção de gás é suficiente para os serviços de cozinha de uma família, incluindo a fabricação de pão apenas no verão. O biofertilizante, estocado em depósito de 10.000 litros, é suficiente para cobrir 1/2 ha de plantação de verduras.

O gás é quase inodoro, não sendo seu cheiro irritante. O único cheiro, e assim mesmo pouco, provinha do carregador. A manutenção consistia em carregar diariamente, descarregar uma vez a cada dois dias e girar a campânula ao menos uma vez por semana. A corrosão dos materiais ferrosos em contato com o esterco ou biofertilizante é bastante significativa.

Os biodigestores normalmente não são usados em unidades domésticas por falta de praticidade, pois o volume de águas usadas numa residência diariamente é bem maior do que aquela necessária para alimentar o biodigestor, não eliminando assim a necessidade de tratamento do esgoto.

EXPERIÊNCIA REALIZADA

Como tentativa de solução para o problema de poluição da água subterrânea ou superficial pelo esgoto e pelo lixo foi desenvolvida uma experiência que será descrita a seguir. Foi construída uma unidade constituída pelas seguintes partes esquematizadas na Figura 1:

receptor de esgoto e de descarga, grade separadora, tanque, filtro aerador, caixa de descarga, lixeira com dispositivo para cortar lixo, biodigestor.

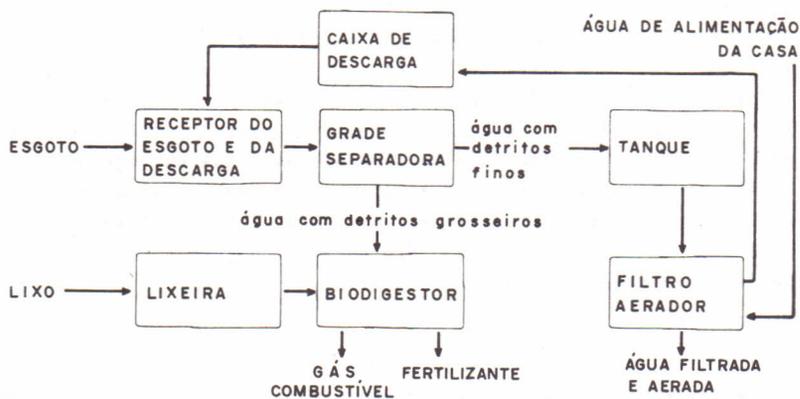


Figura 1 - Esquema da unidade experimental para tratamento do esgoto e lixo domésticos.

O esgoto entra pelo receptor e na grade é separado em duas porções: uma que vai ao biodigestor e outra que vai ao tanque onde lentamente é liberado para o filtro. Após a filtragem sai do sistema.

A lixeira recebe o lixo, e corta-o quando necessário para após encaminhá-lo ao biodigestor. A caixa de descarga é usada para limpeza do sistema. O filtro é composto por recipiente com materiais granulares, tampa e agitador-aerador. É necessário também uma ligação com a rede de abastecimento de água.

O sistema e o filtro aerador estão sob pedido de privilégio de invenção.

FUNCIONAMENTO E MANEJO

Na situação de uso, a água do esgoto escoava normalmente, sendo separada em duas porções, uma que vai ao biodigestor arrastando algum lixo e outra para o filtro. Nesta a filtragem é constante, caindo a água filtrada em alguma vala que a leva para fora do sistema, de preferência para alguma canalização de água pluvial.

O lixo colocado na lixeira cai num misturador e é arrastado pela água do esgoto para o biodigestor. Esta mistura com água do esgoto é conveniente para não entupir a entrada do biodigestor. Haverá ocasiões em que se acumulará lixo no misturador exigindo maior volume de água para arrastá-lo. Com a filtragem, o filtro vai sendo colmatado diminuindo assim, a sua permeabilidade. A desobstrução do filtro e limpeza do misturador são obtidas através de fluxo inverso.

O procedimento é o seguinte: Fecha-se o registro de saída de água filtrada e o registro de entrada do filtro; abre-se o registro de entrada da água limpa na base do filtro; em seguida, gira-se para um lado e para outro a manivela do agitador. A água subirá pela tampa do filtro caindo na caixa de descarga. Quando a caixa de descarga estiver quase cheia, fecha-se o registro de entrada de água limpa; dá-se a descarga; abre-se o registro de saída da água filtrada e o de entrada do filtro, restabelecendo-se o fluxo normal. O jato da caixa de descarga deverá limpar tanto restos de esgoto quanto o lixo acumulado no misturador.

É possível que periodicamente haja necessidade de limpeza do tanque.

Com relação ao biodigestor, prevê-se a possibilidade de algum entupimento, pois será alimentado com lixo de tamanho, forma e consistência variada. Por isso, na entrada do biodigestor haverá uma tampa que pode ser retirada e, introduzida uma vara de madeira com ponta arredondada que funcionará como êmbolo para o lixo e esgoto. Internamente no biodigestor poderão se formar crostas que devem ser quebradas.

A quantidade de água que entra no biodigestor fica controlada pelo ajuste da grade. Uma família de 4 pessoas gasta em média 600 litros diários (150 litros por pessoa) e como necessita-se de 15 a 25 litros para o biodigestor. Cerca de 97% da água deve ser desviada para o filtro.

EFICIÊNCIA DO SISTEMA

A eficiência do filtro pode ser estimada por experiências anteriores (Maciel Filho, 1982, e Maciel Filho, 1986). O coeficiente de permeabilidade (K) da areia fica em torno de 10-2 a 10-3 cm/s. Apenas a camada superior de areia e de permeabilidade menor controla a velocidade de passagem da água. O gradiente é sempre igual a 1, pois a distância percorrida é igual a espessura da camada. Desta forma, tem-se numa área de 962 cm² (r = 17,5 cm) uma vazão de 9,62 cm³/s admitindo um k = 1x10⁻² cm/s. Em um dia ter-se-ia a passagem de 831.168 cm³ ou 831 litros (9,62 cm³/s x 86.400s). Com a colmatção dos poros a permeabilidade diminuiria para, por exemplo, k = 1x10⁻³ cm/s, permitindo a passagem de 83 litros por dia. Com esta vazão insuficiente seria necessário acionar o sistema de circulação inversa para a limpeza. Esse fluxo de baixo para cima cria uma situação de areia movediça que, auxiliado pelo agitador, determinará um arranjo mais desorganizado das partículas, e por isso mais permeável.

O processo de fluxo de baixo para cima levado a uma situação de elutrição, elimina as partículas mais finas e leves (depósitos orgânicos) e favorece uma estratificação da areia com as partículas menores em cima.

Com relação a capacidade de transferência de oxigênio para a água, auxiliando o trabalho das bactérias aeróbicas, pode-se ter uma avaliação pela Tabela I.

TABELA I - ESTIMATIVA DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE OXIGÊNIO PELA ÁGUA EM FLUXO EM MEIO AERADO.

Amostra	Volume de água (cm ³)	Tempo (minutos)	Elevação no teor de oxigênio dissolvido (mg/l)
D-1	18.918	1.440	de 2,4 a 8,4
E-1	2.956	720	de 2,4 a 8,8
F-1	2.808	720	de 2,4 a 8,0
G-1	443	240	de 2,4 a 8,3
D-2	944	20	de 0,0 a 9,0
D-2	5.430	115	de 0,0 a 3,1
E-2	194	45	de 0,0 a 9,5
F-2	111	45	de 0,0 a 9,2
F-2	554	225	de 0,0 a 8,3
G-2	195	5	de 0,0 a 4,0
G-2	4.095	105	de 0,0 a 2,7
A-3	1.728	240	de 0,0 a 8,3
A-3	2.898	342	de 0,0 a 7,8
A-3	4.158	420	de 0,0 a 7,4
A-3	4.603	465	de 0,0 a 7,4

(FONTE: Maciel Filho, 1982)

Com o passar do tempo, o oxigênio dos poros vai desaparecendo por absorção. Se a transferência de oxigênio e nitrogênio para a água fosse igual, a renovação do oxigênio seria automática, pois a dinâmica do processo não permite que a água sature o meio poroso mais permeável abaixo de outro menos permeável. Como a água absorve mais o oxigênio do qual tem deficiência, a renovação natural do ar para repor o volume do oxigênio consumido irá progressivamente empobrecendo a mistura, pois no lugar do oxigênio entrará nitrogênio e oxigênio. Este fenômeno pode ser avaliado pela comparação, na Tabela I, dos teores de oxigênio dissolvido na saída de uma mesma amostra, após períodos de tempo diferentes. Por isso, deve-se movimentar o ar do meio poroso através do agitador-aerador ou por sucção ou por assopro.

APLICAÇÃO EFEITOS E VANTAGENS

Esta unidade de tratamento poderá ser aplicada em residências, de preferência naquelas sem ligação a rede que leva a uma estação de tratamento. Substitui a fossa séptica e o sumidouro ou vaia de infiltração, sendo, por isso, muito apropriado para casas

situadas sobre terrenos impróprios a infiltração de efluentes.

Torna-se, por outro lado, indicada aos locais onde não há coleta de lixo, sendo também usada com vantagens onde existe essa prestação de serviço.

A alimentação do biodigestor pelo lixo, obrigará a algumas mudanças de hábitos. Os moradores da residência terão de distinguir e separar os materiais biodegradáveis dos não biodegradáveis, colocando os primeiros na lixeira apropriada, diariamente, e acumulando os segundos para posterior coleta ou soterramento. Como os biodegradáveis compõem quase a metade do lixo, essa coleta ou soterramento ficará bastante diminuída. Como são também eles que provocam mau cheiro e infestação de moscas e outros animais indesejáveis, poderá haver uma dilatação do tempo para coleta ou soterramento. O material coletado, já livre do componente matéria orgânica, seria tratado da mesma forma como o previsto, por exemplo, no projeto de tratamento do lixo de Santa Maria, em parte como papel misto, plástico, vidro, lata, rejeito. A área destinada às leiras de compostagem seria dispensável.

Heverá necessidade de um serviço de assistência. Este será, em parte provisório e, em parte, permanente. Provisoriamente deverá haver um treinamento no uso e permanentemente uma coleta do lixo não biodegradável mais espaçada em tempo, manutenção dos equipamentos e talvez uma coleta do biofertilizante após eliminação de parte da água no local. O recomendável é que o morador use o biofertilizante em horta caseira, jardins, gramados, pomares. Caso haja possibilidade nesse uso ou não seja da vontade do morador, esse material deveria ser retirado. Como é composto em cerca de 90% de água, seu transporte a distância maiores não é econômico. Surge então duas possibilidades: utilização na própria vila ou bairro em jardins públicos ou com eliminação de parte da água e transporte para um local de acúmulo desse fertilizante que poderia ser vendido. A expulsão de água poderá se dar por filtro-prensagem ou centrifugação conforme CETESB (1985).

Estima-se para uma família de 4 pessoas uma carga diária de 1,5 kg de lixo mais alguma carga de esgoto com cerca de 0,9 kg e uma produção de cerca de 20 litros de efluente biofertilizante.

Como o sistema é restrito a unidade de moradia, poderá ser usado em vilas distritais ou mesmo residências isoladas na zona rural, locais onde normalmente seria inviável uma estação de tratamento de esgotos ou serviço de coleta do lixo. Neste casos o lixo não biodegradável teria de ser enterrado.

CONCLUSÕES

Este sistema de tratamento poderá transformar poluentes, como lixo e esgoto, em materiais úteis, como biofertilizantes e gás.

O interesse maior, no entanto, recai sobre a possibilidade de melhorar as condições higiênicas de habitações isoladas ou vilas, evitando o acúmulo de lixo e escoamento superficial de esgoto, por um lado, e a poluição de águas superficiais ou subterrâneas, de outro.

A experiência realizada permitiu concluir pela eficiência do sistema. Novas experiências no entanto, serão necessárias para tornar o manuseio mais prático, principalmente no que se refere ao fluxo inverso, limpezas e desentupimentos.

A eficiência do filtro no que se refere a filtração e aeração poderá ser aumentada apenas com ampliações de sua altura. Como o gradiente hidráulico é sempre independente da espessura da camada drenante, esta poderá ser aumentada ou diminuída para se atingir a uma boa purificação da água.

O biodigestor poderá tornar-se prático em uso doméstico, por um lado, pela dupla alimentação, esgoto fecal e lixo biodegradável, e por outro, pela integração com o filtro, o qual elimina a necessidade de tratamento posterior das águas usadas e não encaminha as ao biodigestor.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao CNPq pela bolsa de pesquisador que lhe proporciona e a FINEP pelo auxílio a pesquisa concedido pelo convênio 53.84.0814.00 PADCT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT Norma Técnica NBR 7229.

ANDREOLA, M.H. & MACIEL FILHO, C.L., 1986. Capacidade de Absorção do solo Santa Maria. UFSM. Relatório para FINEP.

CETEC, 1982. Estado da arte da digestão anaeróbica. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CETESB, 1985. Resíduos sólidos industriais. CETESB/ASCETESB. São Paulo.

CONVÊNIO PM-SM/UFSM, 1986. Projeto de tratamento do lixo urbano para Santa Maria.

MACIEL FILHO, C.L., 1982. Estudo do processo geoquímico de obstrução de filtro de barragens. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências. São Paulo. Tese de Doutorado.

MACIEL FILHO, C.L., 1986. Relatório para o FINEP.

STEEL, E., 1966. Water supply sewerage. Mc. Graw Hill. New York.

Recebido em dezembro, 1988; aceito em dezembro, 1988.