

8 Saneamento básico rural: tecnologias e soluções

Carlos Renato Marmo ¹
Wilson Tadeu Lopes da Silva ²

Introdução

A história do saneamento básico no mundo pode ser ligada ao momento em que a humanidade deixou de ser nômade e passou a reunir-se em conglomerados, por mais simples e rústicos que sejam. A partir do momento em que a permanência em um determinado local foi motivada por algum critério de sobrevivência humana contra as intempéries e perigos da natureza, houve a necessidade de se estabelecer normas para a ingestão de água de melhor qualidade e o afastamento dos dejetos humanos.

No entanto, a avaliação de que o descarte correto dos dejetos era condição necessária para evitar doenças não foi percebida imediatamente, perfazendo um período longo de convivência dos homens com os próprios dejetos. Com a formação das cidades, o saneamento básico resumia-se na instalação de chafarizes e na drenagem dos terrenos. Os dejetos eram acumulados nos fundos das casas, armazenados em barris e despejados na rua, nas valas, nas praças e nas praias. A explosão populacional nas cidades disseminou epidemias letais de tifo, febre amarela, varíola e peste bubônica.

O conhecimento científico dos microrganismos, a melhoria da infraestrutura das cidades e a ação de médicos sanitaristas foram essenciais para convencer os governantes da necessidade de investimentos que propiciaram a instalação dos drenos romanos, sistema parisiense tout-à-l'égout, separados em absoluto de águas de chuva e esgoto e as mais modernas estações de tratamento de esgoto do mundo, que muitas vezes retornam à natureza uma água com qualidade melhor que a captada nos mananciais (GUIMARÃES; SOUZA, 2004). De forma geral, as tecnologias atuais de osmose reversa e nanofiltração podem transformar

¹ Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), mestrado em Saneamento & Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Analista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). E-mail: renato.marmo@embrapa.br.

² Graduado em Química pela Universidade de São Paulo (USP), mestrado e doutorado em Química Analítica pela Universidade de São Paulo (USP). Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). E-mail: wilson.lopes-silva@embrapa.br.





os dejetos humanos em água para consumo, ou seja, mais pura do que qualquer fonte intocada pelo homem.

Figura 1 – Aqueduto romano

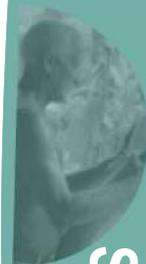


Fonte: (GASPARETTO JÚNIOR, 2014).

Os números do saneamento básico no Brasil são preocupantes, pois 18% dos brasileiros sequer possuem acesso à água tratada, e apenas 48% da população brasileira tem coleta de esgoto. Significa que mais de 105 milhões de pessoas não são beneficiadas com este serviço. Mas são os indicadores de tratamento de esgoto que mais nos distanciam dos países desenvolvidos e até de alguns sul-americanos. Somente 38,7% do esgoto do País é tratado – a maior parte segue para a natureza sem tratamento (IBGE, 2010a).

A área rural, em função de características específicas, tais como o significativo número de domicílios dispersos e a inexistência de rede coletora nos locais mais concentrados, leva as famílias a recorrerem às alternativas de esgotamento sanitário como as fossas rudimentares ou valas a céu aberto. O funcionamento desses sistemas é precário, poluindo as fontes superficiais e subterrâneas, que são geralmente utilizadas pelos próprios moradores como fonte de consumo de água.

Diante desse panorama, a Embrapa desenvolveu sistemas destinados especificamente para a área rural – a “Fossa Séptica Biodigestora”; “Jardim Filtrante” e “Clorador Embrapa” –, a custos acessíveis e de fácil operação por parte dos próprios agricultores. A Fossa Séptica Biodigestora, a qual trata dos efluentes provenientes dos aparelhos sanitários, viabiliza o tratamento de esgoto por meio da digestão anaeróbia, resultando em um efluente que pode

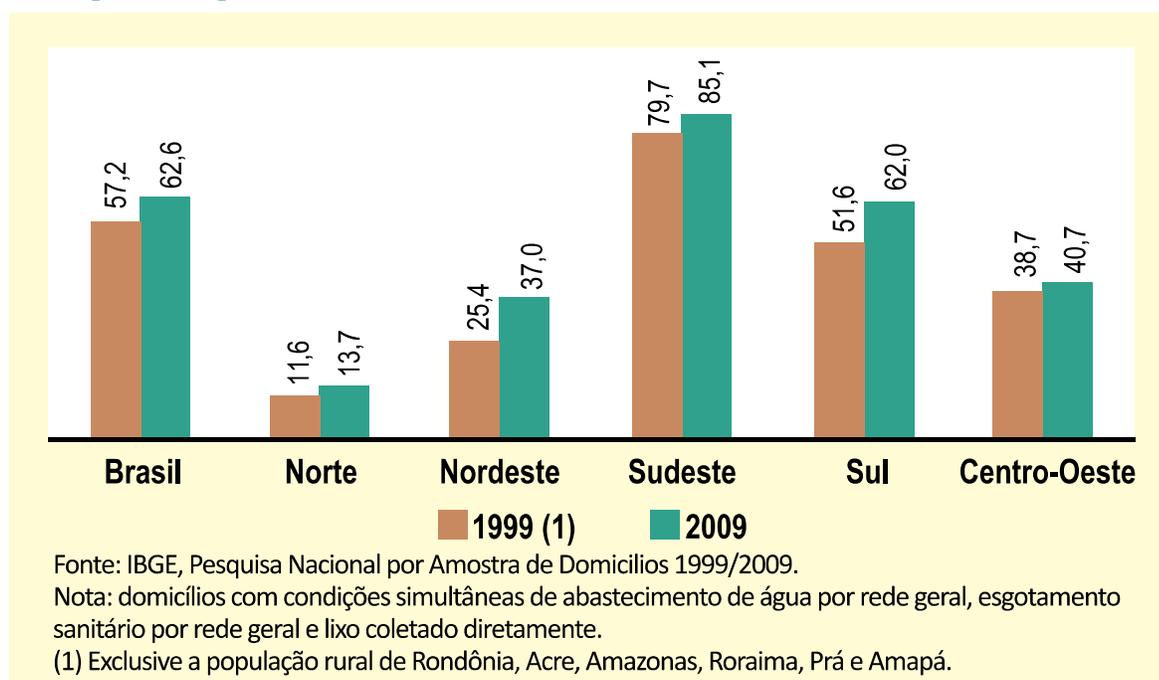


ser utilizado nas atividades agrícolas como adubo orgânico, diminuindo a necessidade de insumos (água e fertilizantes químicos). O Jardim Filtrante é uma área alagada artificial, na qual são inseridas plantas macrófitas aquáticas e ornamentais. O objetivo desse sistema é complementar o tratamento, uma vez que a fossa séptica não trata a “água cinza” (proveniente de pias, tanques e chuveiros). O Clorador Embrapa, responsável por efetuar a desinfecção de água captada no lençol freático, garante a melhoria da qualidade bacteriológica necessária ao consumo humano.

Caracterização do saneamento básico no Brasil

Os serviços de saneamento constituem a representação básica de uma moradia digna e saudável. Somente 62,6% dos domicílios urbanos brasileiros apresentam condições simultâneas de abastecimento de água por rede geral, esgotamento sanitário também por rede geral e lixo coletado diretamente, indicando o quanto se tem que caminhar para alcançar níveis mais altos de melhor qualidade de vida para a população brasileira. Percebe-se também que há uma grande diferença entre as regiões do País. O Norte, região menos favorecida conforme levantamento do IBGE, possui índices quase cinco vezes inferiores à média brasileira e mais de seis vezes abaixo do Sudeste. Nenhuma das regiões apresentou avanços significados no intervalo de 10 anos das coletas (IBGE, 2010b).

Gráfico 1 – Domicílios em condições simultâneas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo



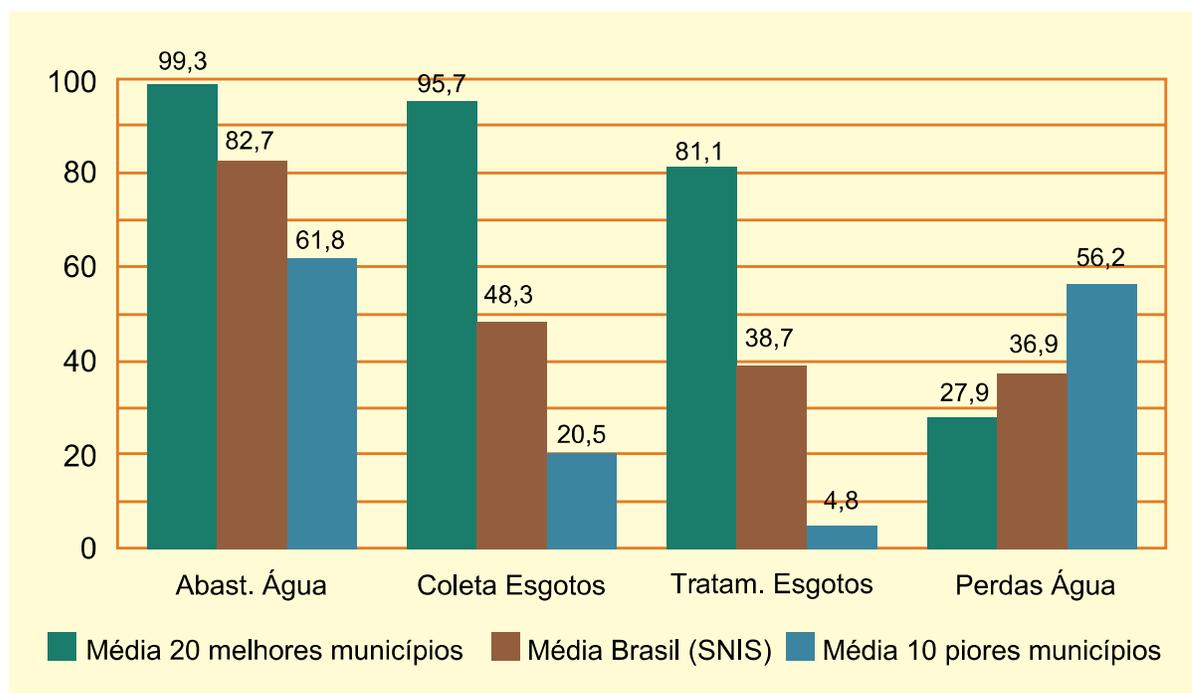
Fonte: (IBGE, 2010b).

Conforme publicação on-line Sanitation Update (2014), no mundo há mais pessoas com celulares do que com banheiros, um paradoxo para épocas atuais em que as tecnologias do século XXI contrastam com doenças e cenários do período medieval.

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada em 2008 e divulgada pelo IBGE em 2010, em apenas 28,5% dos municípios brasileiros havia tratamento de esgoto. Na Região Sudeste, embora 95,1% dos municípios possuíssem coleta de esgoto, somente 48,4% faziam algum tipo de tratamento (IBGE, 2010a).

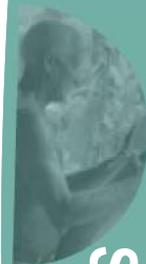
O Instituto Trata Brasil publicou, em agosto de 2014, o ranking do Saneamento Básico 2014, elaborado com base no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento 2012. Analisando os indicadores de atendimento de rede de água, coleta e tratamento de esgoto, chegou-se a conclusão de que o Brasil apresenta grandes diferenças com relação aos índices.

Gráfico 2 – Indicadores de saneamento básico do Brasil



Fonte: (TRATA BRASIL, 2014).

As maiores diferenças são observadas quanto à coleta e ao tratamento de esgoto, cujos índices médios do Brasil são duas vezes inferiores à média dos 20 melhores municípios. Destaca-se que, entre os 10 piores municípios, há três capitais da Região Norte – Macapá, Belém e Porto Velho, cujos índices de coleta e/ou tratamento de esgoto são: 6,0/6,0; 7,2/2,2 e 2,2/0,0



respectivamente. Porto Velho possui ainda uma perda de 70,7% no sistema de abastecimento de água.

O estudo “Esgotamento sanitário inadequado e impactos na saúde da população”, divulgado pelo Instituto Trata Brasil em fevereiro de 2013, apresentou a face mais cruel da falta de saneamento: quase 400 mil brasileiros foram internados por diarreias em 2011, com gastos do SUS de R\$ 140 milhões, sendo crianças de zero a 5 anos a grande parte atingida. A taxa média de internação por diarreias saltou de um valor médio de 14,6 casos/1.000 habitantes nas 20 melhores cidades em cobertura para 363 casos/1.000 habitantes nas dez piores cidades (DA SILVA; CARLOS, 2014).

Saneamento básico na área rural

Vale ressaltar que, nas áreas rurais, esse cenário é mais crítico, sendo que ainda é comum o emprego de alternativas inadequadas como forma de disposição dos efluentes. Os serviços de saneamento prestados a esta parcela da população apresentam elevado déficit de cobertura. Apenas 33,2% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna. No restante dos domicílios rurais, a população capta água de chafarizes e poços protegidos ou não, diretamente de cursos de água sem nenhum tratamento ou de outras fontes alternativas geralmente inadequadas para consumo humano.

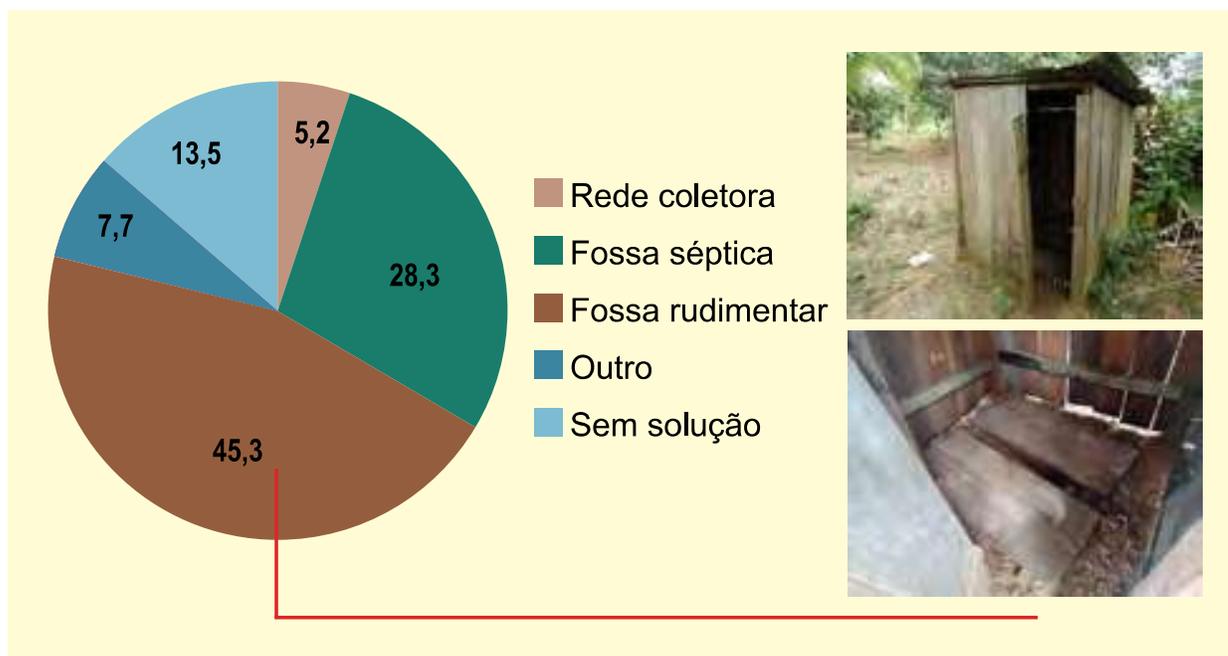
A situação é mais crítica quando são analisados dados de esgotamento sanitário: apenas 5,2% dos domicílios estão ligados à rede de coleta de esgotos e 28,3% utilizam a fossa séptica como solução para o tratamento dos dejetos. Os demais domicílios rurais (66,5%) depositam os dejetos em “fossas rudimentares”, lançam em cursos d’água ou diretamente no solo a céu aberto (IBGE, 2012).

O esgoto produzido nas residências rurais geralmente é depositado em fossas rudimentares ou fossas negras, que consistem de uma simples escavação feita no solo, sem qualquer revestimento interno de suas paredes. No interior da fossa, ocorrem reações na matéria orgânica presente nas fezes, em virtude da intensa atividade microbiana, com a liberação de um líquido de odor desagradável e também com altas concentrações de nitrato (NO₃⁻) e coliformes termotolerantes, denominado chorume. Este líquido se infiltra nas paredes da fossa e penetra no solo, podendo atingir e contaminar as águas subterrâneas (FAUSTINO, 2007). Quanto à saúde pública, o principal risco associado à disposição inadequada dos efluentes domésticos é a possibilidade de transmissão de doenças pelos



organismos patogênicos presentes no esgoto, que incluem bactérias, vírus, protozoários e helmintos.

Gráfico 3 – Esgotamento sanitário nos domicílios rurais



Fonte: (IBGE, 2012) e (MARMO, 2014b).

Observa-se que as disparidades entre o campo e a cidade são marcantes. Se na área urbana 48,3% da população possui rede coletora de esgoto e há políticas de incentivo e de planos para tentar zerar os índices que ainda rondam as cidades, na área rural apenas 24% da população tem algum tipo de coleta, na maioria das vezes inadequada do ponto de vista sanitário e ambiental. O problema é tão grande quanto o desafio de vencer as barreiras que são impostas para a adoção de sistemas de saneamento básico.

Segundo o IBGE (2012), a área rural e comunidades tradicionais isoladas agrupam um contingente de mais de 29 milhões de brasileiros – mais que o dobro da cidade de São Paulo. Essa população, por estar em locais isolados e dispersos, tem dificuldade de acesso aos serviços básicos oferecidos pelo Estado. Conforme o órgão, somente 36% dos moradores da área rural têm acesso à água tratada e menos de 25% a sistemas de coleta de esgoto adequados, podendo este ser tratado ou não. Os moradores restantes, mais de 21 milhões, despejam o esgoto em fossas rudimentares, rios, valas, latrinas e até na “bananeira” no fundo do quintal.

Os impactos no meio ambiente pela falta de saneamento básico rural são significativos. O campo e as áreas de matas nativas são os grandes captadores

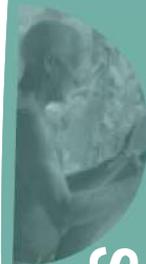
e reservatórios de água usada na área urbana. A contaminação de águas superficiais e subterrâneas, do ponto de vista químico e bacteriológico, tem reflexos diretos na qualidade das águas de mananciais.

Problemas sociais da falta de saneamento básico

Os efeitos da falta de saneamento estendem-se muito além das implicações imediatas sobre a saúde e a qualidade de vida da população. As infecções prejudicam o desempenho escolar das crianças e reduzem a produtividade do trabalho. O Centro de Pesquisas Sociais da Fundação Getúlio Vargas realizou, em 2008, um estudo a pedido do Instituto Trata Brasil em que se concluiu que havia uma diferença de 30% no aproveitamento escolar entre crianças que têm e não têm acesso ao saneamento básico. A Fundação Getúlio Vargas (FGV) também concluiu que nos municípios onde o percentual da população com acesso à rede de esgoto é de apenas 20%, a renda média do trabalho é de R\$ 885,00. Em cidades com acesso universal, a renda é de R\$ 984,00, em função, sobretudo, de perdas de dias de trabalho, internações, licenças, entre outros fatores (TRATA BRASIL, 2010).

HARRIS (2014) publicou artigo no jornal The New York Times, em que comenta que as doenças disseminadas pelo esgoto a céu aberto criariam um círculo vicioso de subdesenvolvimento. Isto é particularmente evidente na Índia, onde a metade da população não tem acesso a banheiros. Crianças indianas nascidas em regiões relativamente prósperas, de famílias que têm pequenos rebanhos de cabras e estoque de mantimentos, apresentam níveis de desnutrição piores do que os observados na África Subsaariana.

Cerca de 65 milhões de indianos com menos de 5 anos têm estatura abaixo da média. Seus organismos são obrigados a gastar muita energia para combater as infecções derivadas da exposição ao esgoto, onipresente em suas comunidades. Os corpos dessas crianças desviam energia e nutrientes que seriam destinados ao crescimento e ao desenvolvimento do cérebro para outra prioridade, a luta contra infecções, conforme Jean Humphrey, professora de Nutrição Humana da Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health (HARRIS, 2014). Ela complementa que a exposição ao esgoto durante os 2 primeiros anos de vida faz com que os distúrbios de peso e de inteligência sejam permanentes.



Tecnologias sociais disponíveis para o meio rural

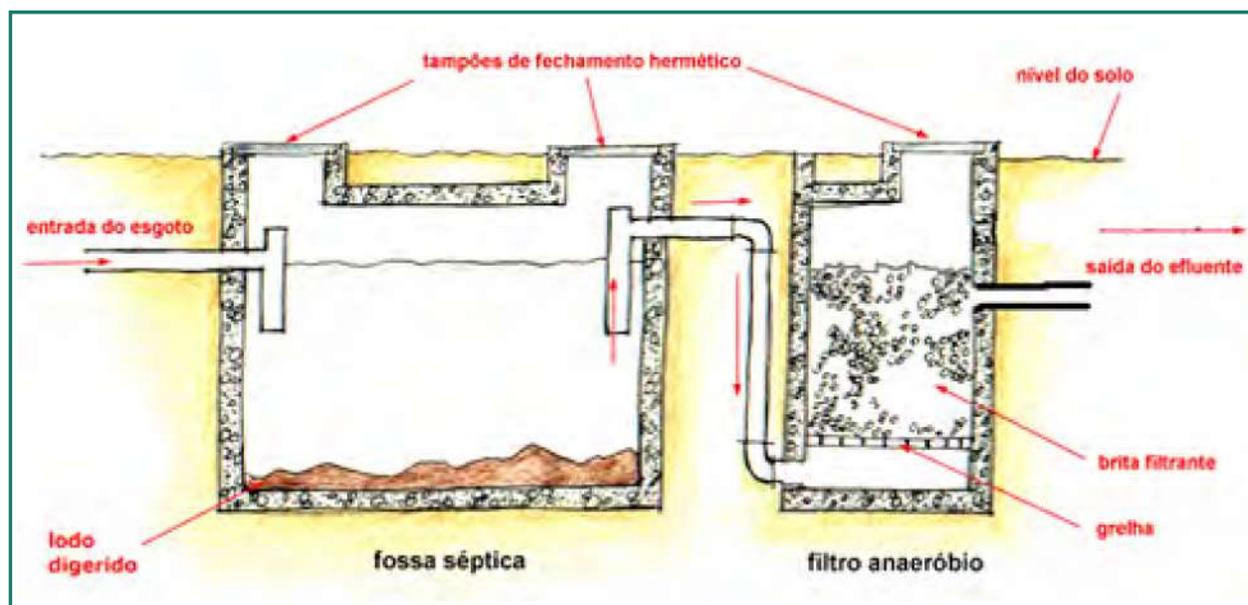
A falta de saneamento básico na área rural não é um problema de ordem tecnológica, pois existem soluções simples, eficientes e relativamente baratas para este fim. No meio rural as residências estão dispersas nas propriedades, fazendo com que, em raras exceções, o abastecimento de água e a coleta de esgotos não podem ser feitos por redes como ocorrem nas cidades. Em regiões isoladas da Amazônia e em grandes propriedades, as habitações rurais estão dispersas e a busca por alternativas práticas é indispensável para a qualidade de vida dos moradores.

Entre as soluções técnicas existentes, destacam-se, conforme publicações de Von Sperling (1996a; 1996b), Andrade Neto (1997) e Jordão e Volschan Júnior (2009).

a) Fossa séptica – Filtro anaeróbio

A fossa séptica remove a maior parte dos sólidos em suspensão, os quais sedimentam e sofrem o processo de digestão anaeróbia no fundo do tanque. A matéria orgânica afluenta dirige-se ao filtro anaeróbio, onde ocorre sua remoção, também em condições anaeróbias. O filtro anaeróbio possui um leito de pedras, onde a biomassa orgânica, responsável pelo tratamento, cresce aderida ao meio suporte. O sistema tem sido amplamente utilizado no meio rural e para pequenas populações.

Figura 2 – Esquema da fossa séptica biodigestora e filtro anaeróbio



Fonte: (EDIFIQUE, 2014).



b) Fossa séptica – sumidouro

Muito utilizada pelos sistemas recomendados de Melhorias Sanitárias Domiciliares, financiadas pela Funasa para área urbana não atendida com redes de esgoto e residências rurais.

A ausência do filtro anaeróbio simplifica o sistema, pois praticamente não há necessidade de manutenção dos sumidouros. Os custos são inferiores em relação à solução anterior, por se tratar de uma unidade basicamente feita com tijolos intertravados na maioria dos casos. O sistema de fossa séptica – sumidouro não é recomendado para locais com lençol freático elevado e com solo predominantemente argiloso, o que dificulta a infiltração do efluente.

Figura 3 – Construção de sumidouro em alvenaria de tijolos cerâmicos intertravados anaeróbio



Fonte: (MARMO, 2013).

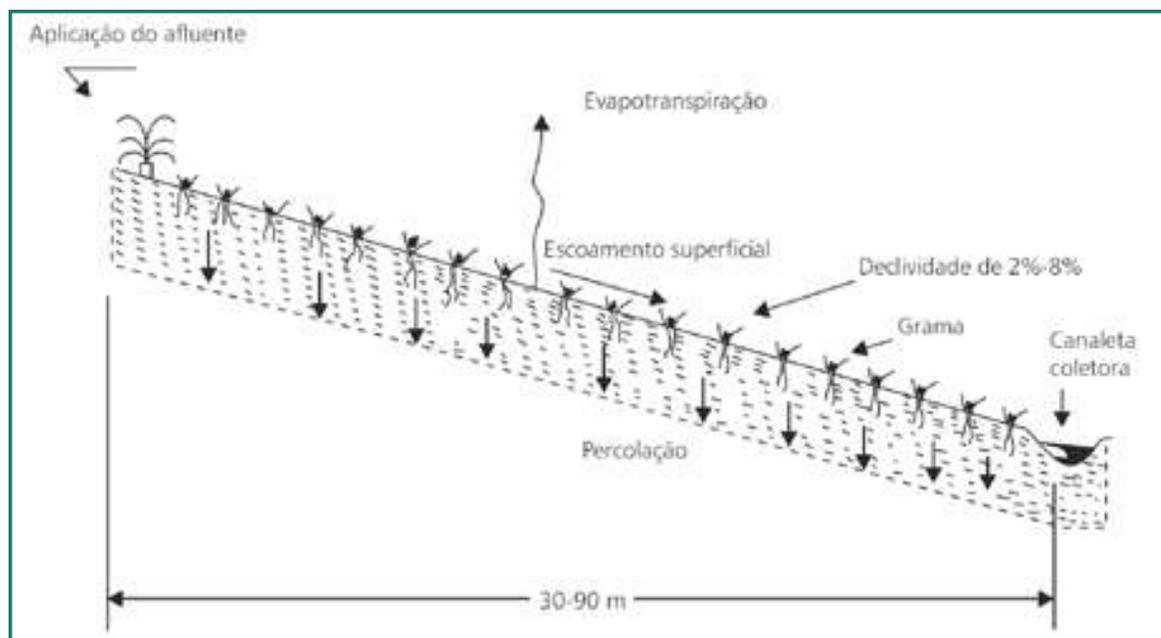
c) Disposição controlada no solo

A aplicação de esgotos no solo pode ser considerada uma forma de disposição final de tratamento em nível primário, secundário ou terciário. Os esgotos aplicados de modo controlado no solo conduzem à recarga do lençol subterrâneo e/ou à evapotranspiração. O esgoto supre as necessidades das plantas, em termos de água e nutrientes em função do sistema solo-microrganismos-plantas, podendo estabilizar o esgoto sanitário. Há critérios e cálculos complexos visando garantir a proteção ao meio ambiente evitando a sobrecarga do sistema.

Os tipos mais comuns de aplicação no solo são:

- irrigação (infiltração lenta);
- infiltração rápida (alta taxa);
- infiltração subsuperficial; e
- aplicação com escoamento superficial.

Figura 4 – Rampa de escoamento superficial para disposição e tratamento de esgoto



Fonte: (CAMPOS, 1999).

Tecnologias sociais da Embrapa

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) é uma empresa de inovação tecnológica focada na produção de conhecimento e na tecnologia para a agropecuária brasileira, criada em 1973, e vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. A Embrapa Instrumentação é uma das 47 unidades de pesquisa cujo centro temático trabalha no desenvolvimento de instrumentos, automação, *softwares* de processamento de imagens, modelagem matemática e simulação para avanço da fronteira do conhecimento e geração de inovação aplicada à sustentabilidade da agricultura.

A preocupação com os esgotos domésticos da área rural fez com que os primeiros esboços comesçassem pelas mãos do médico veterinário Antonio Pereira de Novaes. Buscou-se, por meio das pesquisas, inovar as tecnologias tradicionais, promovendo uma alta eficiência de tratamento e possibilidades de aplicação do efluente tratado na propriedade rural, na forma de biofertilizante.



Fossa séptica biodigestora

A fossa séptica biodigestora segue os princípios dos biodigestores asiáticos e das câmaras de fermentação de ruminantes, como os bovinos. Assim como no estômago multicavitário do animal, a tecnologia também é composta de várias câmaras ou caixas de fibrocimento, nas quais o esgoto doméstico – fezes e urina – passa pelo tratamento anaeróbio (SILVA, 2013).

Os chamados pré-estômagos dos ruminantes têm a função de reter o alimento nestes segmentos para que ocorra fermentação pela ação dos microrganismos, digerindo as fibras por meio anaeróbio. Esses microrganismos celulolíticos fermentam no rúmen, que é o primeiro compartimento do estômago dos ruminantes onde as fibras produzem açúcares e ácidos orgânicos, como acetato, butirato e propionato, os quais são assimilados pelo animal para obter energia. O rúmen funciona como uma usina de transformação.

A partir dessas observações, a pesquisa para a criação da fossa séptica biodigestora avançou e tomou corpo. A conclusão do estudo foi de que o esterco bovino, rico em microrganismo, era capaz de digerir os materiais fecais presentes no esgoto doméstico e, pelo processo de biodigestão anaeróbia, descontaminá-lo e transformá-lo em adubo orgânico. O esterco bovino como inoculante é um diferencial inovador do sistema.

Figuras 5 e 6 – Esquema do sistema da fossa séptica biodigestora (1) Válvula de retenção; (2) Válvula de alívio de gases; (3) Curva longa PVC 90º; (4) Tê de inspeção; (5) e (6) Caixas-d'água fibra de vidro 1.000 L; (7) Registro PVC 50 mm



Fonte: (NOVAES et al., 2001 ou 2002 apud FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2001 ou 2010; MARMO, 2014a).



A filosofia empregada no seu desenvolvimento torna a fossa séptica biodigestora única e com dupla função: a de preservar o meio ambiente e produzir efluente de excelente qualidade, com micro e macronutrientes para as plantas, além de matéria orgânica para o solo. O adubo orgânico melhora o estado de agregação das partículas do solo, diminui a densidade, aumenta a aeração, a capacidade de retenção de água e aumenta o poder tampão do solo (GALINDO et al., 2010).

As análises microbiológicas do efluente da fossa séptica biodigestora, realizadas por meio da técnica de fermentação em tubos múltiplos, também chamada técnica do Número Mais Provável (NMP/100 mL), revelaram que o número de coliformes termotolerantes (conhecidos mais popularmente como coliformes fecais) pode chegar até zero em alguns casos, mas geralmente ficam abaixo de 1.000 NMP/100 mL. Os resultados obtidos atendem à resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), de 1986, a qual estabelece que, para águas destinadas à irrigação de plantas frutíferas, a concentração de coliformes fecais não deve exceder o limite de 1.000/100 mL (NOVAES et al., 2002).

A disposição de efluentes tratados no solo é essencialmente uma atividade de reciclagem, inclusive para a água, que viabiliza um melhor aproveitamento do potencial hídrico e dos nutrientes presentes nele, utilizando racionalmente a natureza, sobretudo, quando se obtém benefícios do sistema solo-planta (ANDRADE NETO, 1997).

Clorador Embrapa

Muitas propriedades rurais utilizam água do lençol freático como forma de abastecimento para suas atividades domésticas. É o caso dos poços rasos, amazonas, cacimbas ou minas que fornecem a água utilizada para a ingestão, preparo de alimentos e higiene pessoal. Em se tratando de um sistema simplificado de captação na área rural, a água do lençol freático, muitas vezes, sofre contaminação com microrganismos oriundos do uso de fossas negras, pocilgas e matéria orgânica variada que venha a infiltrar no solo, sob as mais diversas condições.

A ingestão de água contaminada sem o devido tratamento prévio poderá ocasionar uma série de doenças de veiculação hídrica que trarão consequências para a saúde e a qualidade de vida dos moradores. As estações de tratamento de água da área urbana, além de promover a remoção dos sólidos suspensos e



dissolvidos, por meio de processos físico-químicos, também realizam a etapa de desinfecção utilizando cloro, a fim de garantir o padrão de potabilidade normatizado pelo Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que é de 0,5 mg/L a 2,0 mg/L de cloro ativo.

No meio rural, a forma mais simples de promover a desinfecção é pela aplicação de cloro anteriormente às caixas-d'água. Nesse momento surge uma dificuldade no que se refere ao procedimento mais eficiente de aplicar cloro num sistema de poço – bomba – tubulação – caixa-d'água. Há casos em que o reservatório de água se situa no forro das residências ou em estruturas elevadas feitas de madeira ou concreto, a fim de proporcionar a carga hidráulica necessária para a distribuição nos ambientes residenciais.

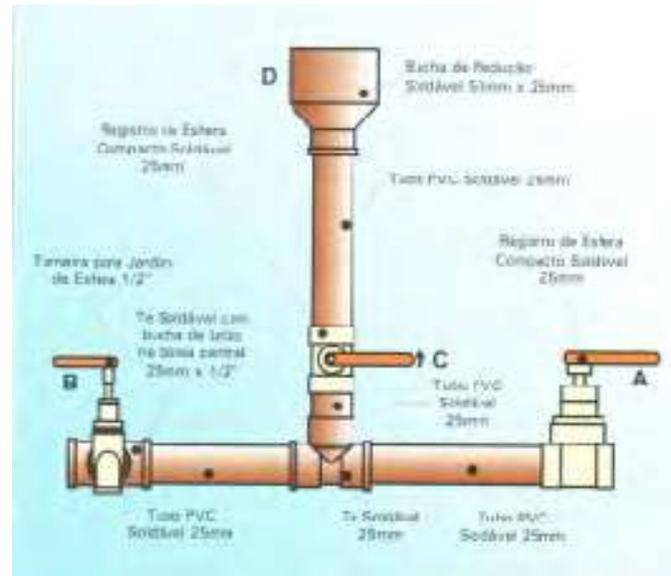
Alguns produtores rurais aplicam pastilhas de cloro dentro do poço, porém dependendo do regime hídrico de movimentação das águas subterrâneas ou da concentração, as quais são aplicadas muitas vezes empiricamente, tal procedimento não é eficiente.

Desenvolvido com criatividade e economia por pesquisadores da Embrapa Instrumentação e Pecuária Sudeste, o Clorador Embrapa consiste em um cavalete hidráulico, montado com conexões e registros, a fim de possibilitar o produtor rural a aplicar cloro no momento do recalque do poço, provendo a mistura do desinfetante à água que é conduzida ao reservatório.

Por meio de um procedimento padronizado, o produtor rural aplica uma vez por dia (ou para cada 1.000 litros de água consumida), uma colher de café rasa de cloro granulado ou hipoclorito de cálcio 65%, podendo também ser utilizado hipoclorito de sódio ou água sanitária (2,5% de cloro ativo). Nesse procedimento simples, garante-se que a água utilizada pela família tenha as condições necessárias para o atendimento do padrão de potabilidade recomendado pelo Ministério da Saúde. Evidentemente, no caso de recalque de água bruta com baixa qualidade físico-química e bacteriológica, são necessários estudos específicos para a incorporação de outros mecanismos de tratamento da água.



Figuras 7 e 8 – Representação do esquema típico de poço – clorador – reservatório e esquema hidráulico de registros, tubos e conexões



Fonte: (SILVA, 2004) e (EMBRAPA, 2003).

Figura 9 – Clorador Embrapa instalado em uma propriedade rural



Fonte: (LAURITO, [2014?]).



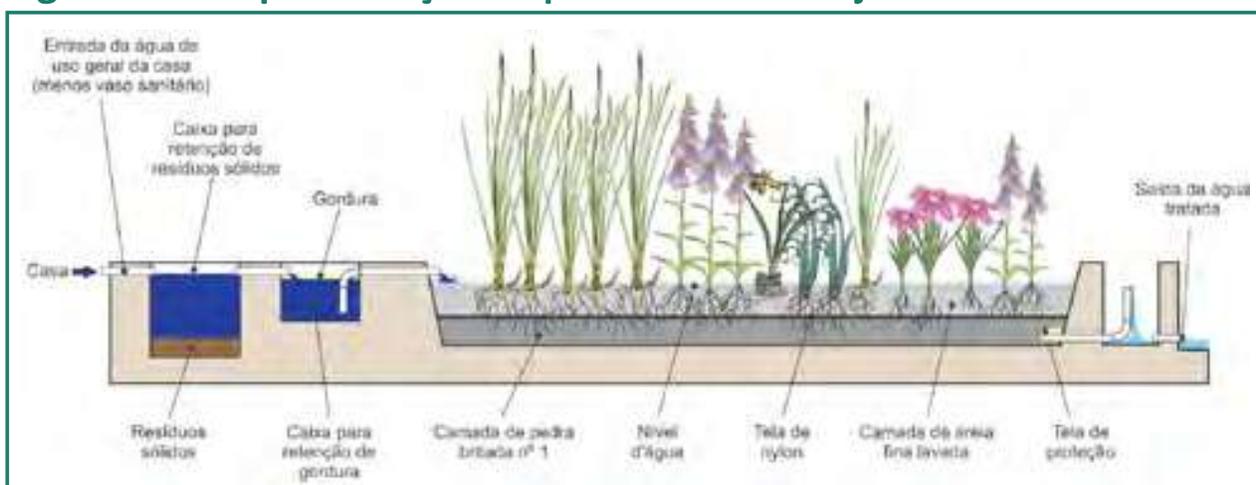
Jardim filtrante

O sistema consiste em uma área alagada artificial wetland, o qual representa ecossistemas artificiais com tecnologias que utilizam os princípios básicos da qualidade de água das áreas alagadas naturais, com a finalidade de depurar os efluentes de cozinha, pias e chuveiros, classificados como “água cinza”. Existem diversas outras denominações usadas para este tipo de tecnologia de tratamento de esgoto, como: zona de raízes; alagados construídos, áreas alagadas artificiais; jardins filtrantes; jardins plantados; leitos cultivados; sistemas de tratamentos biológicos; sistemas de tratamentos com plantas; sistemas de tratamento de esgoto alternativo e biorretenção. Todos, de uma forma mais restrita ou mais ampla, versam sobre o uso de meios filtrantes mesclados com plantas aquáticas.

Esse sistema foi adaptado pelo núcleo de pesquisas da Embrapa a fim de complementar o tratamento de esgotos nas áreas rurais, uma vez que a fossa séptica biodigestora trata somente os resíduos do vaso sanitário (PARESCHI, 2004).

As áreas alagadas construídas são utilizadas, devido às suas propriedades de remoção e retenção de nutrientes, para o processamento da matéria orgânica e dos resíduos químicos e redução das cargas de sedimentos descartados nos corpos receptores. O jardim filtrante apresenta como vantagens a facilidade de operação, o baixo custo de implantação e manutenção, além da ausência de gastos com energia elétrica. A biomassa produzida pelas plantas pode ser destinada para alimentação, ração de animais, fertilizantes de solo, construção civil e para outros fins. Uma das desvantagens do sistema é a necessidade de manejo rotineiro das macrófitas (plantas superiores utilizadas na depuração da água).

Figura 10 – Representação esquemática de um jardim filtrante



Fonte: (LAURITO, [2014?]).

Figura 11 – Jardim filtrante

Fonte: (HERNANDES, [2014?]).

Investimentos e apoios financeiros

As tecnologias sociais da Embrapa já foram financiadas por diversas entidades, incluindo bancos, ONGs, órgãos governamentais e particulares que se interessam em promover o uso sustentável de resíduos em suas propriedades.

A Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (Cati), em parceria com os agricultores, apoiou a instalação de mais de 1.700 unidades da fossa séptica biodigestora da Embrapa, com recursos da ordem de R\$ 3 milhões. A Fundação Banco do Brasil já apoiou a instalação de mais de 3 mil unidades em todo o País, principalmente após o reconhecimento da fossa séptica biodigestora a nível nacional como tecnologia social.

O Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) prevê investimentos estimados da ordem de R\$ 508 bilhões para os próximos 20 anos. A área rural tem expectativa de receber R\$ 23 bilhões no período para investimentos em abastecimento de água e esgotamento sanitário. (BRASIL, 2013).

Planeja-se que, em 2033, um total de 69% dos domicílios rurais do Brasil sejam atendidos com rede coletora ou fossas sépticas. Com relação ao acesso à água tratada, tem-se como meta que 80% dos domicílios rurais brasileiros sejam abastecidos por rede de distribuição, poço ou nascente com canalização interna (BRASIL, 2013).



Desafios e cenários

Segundo os objetivos do milênio, um dos grandes desafios das nações é a promoção da qualidade de vida por meio de ações de saneamento básico. Há um contingente da população mundial que não tem acesso a banheiros ou que ingerem água sem nenhum tipo de tratamento.

O cenário futuro, caso sejam fortalecidas as ações e os investimentos em saneamento básico, promete um aumento significativo da expectativa de vida da população, principalmente nos países emergentes. Nesse contexto, a melhoria das condições de saúde promoverá um aumento da renda média das famílias, garantido pela eliminação dos fatores que impedem o desenvolvimento nutricional – cognitivo das crianças e da maior produtividade do trabalhador.

Tem-se como desafios a ampliação da cobertura dos serviços básicos de saneamento, até nas regiões mais longínquas. A universalização do acesso à água potável, a coleta e o tratamento de esgotos e o manejo adequado dos resíduos sólidos tem de ser tratados como uma meta factível, cujo caminho é conhecido e já está traçado em instrumentos governamentais.

Referências

ANDRADE NETO, C. O. **Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários**: experiência brasileira. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. Brasília, 2013.

CAMPOS, J. R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

DA SILVA, W. T. L.; CARLOS, E. Uma chance para a água. **Valor Econômico**, [S.l.], 2014. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/opiniao/3405798/uma-chance-para-agua>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Clorador Embrapa**. [S.l.], 2003. 2 p.

_____. **Jardim Filtrante**. [S.l.], 2013. 2 p.



EDIFIQUE. **Fossa séptica**: prevenção de doenças e da contaminação do solo. 2014. Disponível em: <http://www.edifique.arq.br/nova_pagina_12.htm>. Acesso em: 8 nov. 2014.

FAUSTINO, A. S. **Estudos físico-químicos de efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo**. 2007. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Fossa séptica biodigestora**: saúde e renda no campo. Brasília, 2010.

GALINDO, N. et al. **Perguntas e respostas**: fossa séptica biodigestora. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2010. (Documento, 49).

GASPARETTO JUNIOR, A. **Aquedutos romanos**. 2014. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/historia/aquedutos-romanos/>>. Acesso em: 8 nov. 2014.

GUIMARÃES, A. S. P.; SOUZA, A. P. **Projetos de pequenos sistemas unitários de esgotamento**. 2. ed., atual. e aum. Brasília: Caixa, 2004.

HARRIS, G. Poor Sanitation in India May Afflict Well-Fed Children With Malnutrition. **The New York Times**, New York, 13 jul. 2014. Disponível em: <http://www.nytimes.com/2014/07/15/world/asia/poor-sanitation-in-india-may-afflict-well-fed-children-with-malnutrition.html?_r=3>. Acesso em: 3 nov. 2014.

HERNANDES, P. **Jardim Filtrante**. [2014?]. 1 fotografia, color.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008**. Rio de Janeiro, 2010a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2013.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD**. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **Síntese de Indicadores Sociais**: uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro, 2010b.

JORDÃO, E. P.; VOLSCHAN JUNIOR, I. **Tratamento de esgotos em empreendimentos habitacionais**. Brasília: Caixa, 2009.

LAURITO, M. **Clorador Embrapa**. [2014?]. 1 fotografia, color.

MARMO, C. R. **Construção do Centro de Treinamento da Embrapa Acre**. 2013. 1 fotografia, color.

_____. **Instalação de fossa séptica biodigestora em Urbano Santos (MA)**. 2014a. 1 fotografia, color.

_____. **Instalação de fossa séptica biodigestora em Cruzeiro do Sul (AC)**. 2014b. 2 fotografias. color.

NOVAES, A. P. et al. **Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da Agricultura Orgânica**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2002. 5 p. (Comunicado Técnico, 46).

PARESCHI, D. C. **Caracterização da fauna rotífera em área alagada construída para tratamento de esgoto doméstico**. 2004. 180 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2004.

SANITATION UPDATES. **99 seconds on the toilet**: a guardian vídeo animation. 2014. Disponível em: <<http://sanitationupdates.wordpress.com/2014/08/28/99-seconds-on-the-toilet/>> Acesso em: 8 nov. 2014.

SILVA, J. **Papo-cabeça**: saúde na roça. 2. ed. São Carlos: Embrapa, 2004.

_____. Tecnologia inspirada na natureza. **Revista XXI Ciência para a Vida**, Brasília, n. 5, p. 42-49, out./dez. 2013.

TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro**. 2010. Disponível em <<http://www.tratabrasil.org.br/estudos-trata-brasil>>. Acesso em: 3 nov. 2014.

_____. **Ranking do saneamento – Instituto Trata Brasil**: resultados com base no SNIS 2012. 2012. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento>>. Acesso em: 3 nov. 2014.

_____. **Saneamento no mundo**. 2014. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-mundo>>. Acesso em: 5 set. 2014.

VON SPERLING, M. **Princípio do tratamento biológico de águas residuárias**: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2. ed. rev. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental- UFMG, 1996a.

_____. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental- UFMG, 1996b.

