



IX

Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica

Políticas Públicas e a Perspectiva da Economia Ecológica

Brasília, 4 a 8 de Outubro de 2011

Realização:

ECODE

Apoio:

ISEE
The International Society for Ecological Economics

UnB/CDS

Parceiros:

BNDES

CNI

PRONEX

COFECON
Associação Nacional de Economistas da Economia Ecológica

PRONEX

PEA

COFECON
Associação Nacional de Economistas da Economia Ecológica

COFECON-RJ

PETROBRAS

BRASILIA



IX

**Encontro da Sociedade
Brasileira de Economia
Ecológica**

Brasília, 4 a 8 de Outubro de 2011

Políticas Públicas e a Perspectiva da Economia Ecológica

IX ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO
Outubro de 2011
Brasília - DF - Brasil

**IMPACTOS SOCIAIS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS DA MELHORIA NO SANEAMENTO
BÁSICO RURAL NO BRASIL**

Cynthia Cabral da Costa (Embrapa Instrumentação) - cynthia.cabral.costa@gmail.com

Engenheira Agrônoma, doutora em Economia Aplicada. Pesquisadora da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP.

Joaquim José Martins Guilhoto (Universidade de São Paulo) - guilhoto@usp.br

Professor do Departamento de Economia, FEA – Universidade de São Paulo

Impactos sociais, econômicos e ambientais da melhoria no saneamento básico rural no Brasil

Eixo temático: seção F – temas conceituais: relações entre economia ecológica, sociedade, natureza, conhecimento, poder, instituições e direito. Subseção – erradicação da pobreza e desenvolvimento sustentável.

Resumo: O Brasil tem mais de 23 milhões de pessoas na zona rural sem coleta ou tratamento de esgoto, o que corresponde a 75% da população rural. Um reflexo desta situação é observado na área de saúde, onde há um índice de mortalidade causada por diarreia (principal doença provocada pela falta de saneamento) semelhante à de países pobres da África e é o terceiro maior da América do Sul, segundo dados da OMS (2004). Este estudo teve como objetivo mensurar o impacto social, ambiental e econômico decorrente da atual falta de saneamento rural no país em relação à implementação de uma proposta tecnológica de tratamento do esgoto, a fossa séptica biodigestora, como alternativa para o ambiente rural. Encontrou-se que a construção deste sistema de saneamento poderia reduzir cerca de 250 mortes e 5,5 milhões de infecções causados por doenças diarreicas ao ano no país; reduzir a poluição dos cursos d'água em cerca de 250 mil toneladas de DBO ao ano e que a cada R\$ 1,00 investido na implementação da alternativa tecnológica avaliada poderia causar um retorno para a economia de R\$4,69 em produção e R\$2,55 em PIB. Além disto, as importações reduziriam em R\$122 milhões e ocorreria um aumento de 51 mil empregos.

Abstract: Brazil has more than 23 million rural people with unimproved sanitation, which corresponds to about 75% of rural population. One reflection of this situation is observed in health, where there is an index of mortality caused by diarrhea (the main disease caused by unimproved sanitation) similar to the poorer countries of Africa and it is the third largest in South America, according to the WHO (2004). This study aimed to measure the social, environmental and economic impacts caused by implementation of a technological proposal for sanitation: "septic cesspool biodigester", as an alternative for the rural environment. It was found that the implementation of this technology in rural homes with unimproved sanitation could: reduce about 250 deaths and 5.5 million infections caused by diarrheal diseases each year in the country; reduce pollution

of waterways by about 250 thousand tons per year of BOD and; that every R\$1.00 invested in the implementation of alternative technology evaluated could cause a return to the economy of R\$4.69 in production and R\$2.55 in GDP. Moreover, the imports would decrease from R\$122 million and occur an increase of 51 thousand jobs.

Palavras-chave: Saneamento básico; matriz insumo-produto; população rural.

Key words: Sanitation; input output matrix; rural population.

1. Introdução

O saneamento inclui um conjunto de atividades relacionadas ao tratamento de água e esgoto, coleta de lixo e práticas de higiene. Este trabalho tem o enfoque sobre o tratamento de esgoto. Isto se justifica porque, segundo dados da UNICEF (2011), enquanto apenas 16% da população rural, em 2008, não tiveram acesso à água tratada, 63% desta população não teve acesso a rede coletora de esgoto. Utilizando informações do esgotamento sanitário do país obtidos no IBGE, constata-se que, para o ano de 2009 (dado mais recente), a população rural sem esgoto coletado/tratado correspondia a 75%.

As diferenças regionais existentes no país também são grandes. Enquanto nas regiões sul e sudeste 48% e 34% das pessoas, respectivamente, tiveram acesso a rede coletora de esgoto em 2009, as regiões Norte e Nordeste apresentaram apenas 24% e 16%, respectivamente do esgoto coletado no mesmo ano. A região Centro-Oeste foi a que apresentou o menor percentual de rede coletora de esgoto do país, correspondendo a 9% em 2009. Segundo relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS & UNICEF, 2010), este percentual é comparável ao de países da África sub-saharan, a qual apresentou, em 2008, uma taxa de uso de sistema sanitário apropriado de 24%, que foi o menor entre as regiões do mundo. Segundo este mesmo relatório, o percentual de esgoto tratado na zona rural em Gana, por exemplo, foi de 38%, ou seja, superior ao percentual de 25% do Brasil.

A falta de tratamento do esgoto doméstico traz várias consequências negativas para a sociedade. A literatura cita a questão da saúde como a principal variável impactada pela melhoria na questão sanitária da população. Segundo revisão de estudos realizada por Heller (1997), a variável que mais aparece como

indicador de saúde da população (60% dos estudos analisados) é a ocorrência de diarreia. E, mais do que isto, esta é também a variável analisada em estudos que mais apresenta impactos positivos ao avaliar as condições de melhorias sanitárias de uma população. O índice de correlação entre a participação da mortalidade por diarreia com a participação da população urbana com coleta de esgoto, no período de 1991 a 2007 para o Brasil (segundo dados de IBGE, 2011a) foi de -88% e, com a participação da população rural com coleta de esgoto foi de -77%. Ou seja, tais índices de correlação corroboram com o descrito por Heller (1997), mostrando a estreita relação existente entre aumento da coleta de esgoto e redução no número de mortes por diarreia.

Atualmente, na zona rural no Brasil, além da rede coletora, existem também: o uso de fossa séptica, ligada ou não à rede de esgoto; as fossas rudimentares ou outro (IBGE, 2011a). O mais comum é a fossa rudimentar, cujo uso corresponde a 48% da população rural do Brasil, seguido do não coleta/tratamento (19% desta população).

A fossa séptica biodigestora é um sistema não apenas de coleta, mas também de tratamento do esgoto de dejetos humanos, cujo intuito é substituir o esgoto a céu aberto e as atuais fossas utilizadas em propriedades rurais, em razão dos benefícios que podem ser gerados por esta nova tecnologia (Novaes et al, 2006). Ao contrário das fossas sépticas, as fossas rudimentares não funcionam como forma de evitar a contaminação das águas, superficiais e subterrâneas.

Já a fossa séptica comum, apesar de evitar esta contaminação, não promove a reciclagem dos dejetos humanos como no caso da fossa séptica biodigestora. Além disto, como o sistema da fossa séptica biodigestora funciona sobre o um processo de biodigestão anaeróbica e, para isto, as caixas são vedadas, não há qualquer problema de proliferação de insetos e animais peçonhentos nos arredores da mesma, o que não ocorre com os outros dois sistemas comparáveis a ela. Uma terceira vantagem da fossa séptica biodigestora em relação às fossas sépticas é que na primeira não há necessidade de limpeza com a retirada dos dejetos.

O produto da reciclagem dos dejetos na fossa séptica biodigestora é um efluente, inodoro, e com alta carga de nutrientes que são benéficos às plantas.

Assim, o uso deste efluente para adubação de plantas na área rural traz ainda uma economia no consumo de fertilizantes químicos.

Neste cenário o presente estudo propõe mensurar o impacto da instalação da fossa séptica biodigestora como opção de tratamento sanitário pela população rural do país. Tais análises de impacto constituem um poderoso instrumento para tomada de decisão de políticas públicas para melhoria das condições sociais e ambientais do país e, conforme descrito neste estudo, com impactos também econômicos.

2. Metodologia

Para atingir os objetivos propostos neste estudo, inicialmente foi realizada uma ampla revisão de literatura abordando a questão da saúde e outras informações pertinentes para obtenção dos dados necessários à análise econômica. A Tabela 1 lista os impactos benéficos da utilização da fossa séptica biodigestora em relação a situação de ausência de tratamento adequado na zona rural a qual tem como objetivo guiar as informações necessárias a serem obtidas na revisão de literatura.

Com base nos resultados obtidos desta revisão foram mensurados valores dos impactos descritos na Tabela 1, tais como: mortes e doenças evitadas e poluição dos cursos d'água evitados. Além disto, as informações buscaram valorar, quando possível, os retornos obtidos pela instalação das fossas para a sociedade. Para isto foi utilizada a metodologia de valoração econômica de recursos naturais que tem como proposta imputar valores monetários para perdas sociais e ambientais decorrentes da degradação do meio ambiente. Conforme descrito por Pearce (1987), a valoração tem como objetivo tratar os custos e benefícios sociais prestados pelo meio ambiente como sendo um agente econômico.

A abordagem do custo da doença, que foi a principal variável identificada como impactada neste estudo, considerou apenas a morbidade, ou seja, não foram valoradas as mortes causadas.

Tabela 1 – Resumo dos impactos causados em toda a economia pelo uso da fossa séptica biodigestora em relação a situação de ausência de tratamento adequado na zona rural

Impactos	Alcance	Análise primária para mensurar mudanças	Análises de Impacto
Redução de doenças feco orais e redução nos gastos públicos com tratamento das mesmas	Social Ambiental Econômico	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre melhoria do tratamento de esgoto e redução de mortes ou doenças; • Custo do tratamento de uma pessoa com diarreia. • Perda anual de um ano produtivo devido a doença (DALYs). 	<ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de pessoas que deixariam de ser contaminadas; • Valor de gastos públicos com tratamento que podem ser realocados; • Número de mortes evitadas; • Valor do PIB que deixa de ser produzido.
Redução na contaminação de águas pluviais e subterrâneas	Ambiental Econômico	<ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de DBO lançada por pessoa cujo esgoto não é tratado; • Quantidade de fósforo e nitrato lançado em esgoto não tratado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de DBO que deixaria de ser lançado nas águas; • Quantidade de fósforo e nitrato que deixaria de ser lançado nas águas.
Uso do efluente para irrigação e adubação	Ambiental Econômico	<ul style="list-style-type: none"> • Em quanto que 1000 L do efluente reduz de fertilizante químico e calagem; 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução no uso de fertilizante químico; • Redução no uso de calagem;

Fonte: Elaboração dos autores.

Saldiva et al. (2010) descreve que diversos métodos têm sido utilizados para valorar os custos de saúde associados com a poluição ambiental, e os agrupo em duas categorias: (i) métodos que medem apenas a perda da renda direta ou método dos gastos defensivos e; (ii) métodos que tentam capturar a disposição dos indivíduos a pagar para evitar ou reduzir os riscos de morte ou doenças (método da valoração contingente). Segundo estes mesmos autores, já a abordagem do custo aplicada à morbidade pode ser dividida em duas categorias: despesas médicas para tratamento da doença e perdas de salários durante os dias de hospitalização, à falta no trabalho e outros dias quando as atividades econômicas são reduzidas devido à doença. Esta segunda categoria é baseada no método desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) chamado *Disability Adjusted Life Years* (DALY). O valor de uma (1) DALY representa a perda equivalente a um (1) ano com saúde.

Neste trabalho foi utilizada a abordagem do custo aplicada a morbidade e o indicador de anos de vida (DALY) foi convertido em base monetária considerando o PIB *per capita* do país.

Considerando os valores econômicos identificados, estes foram inseridos como choques na matriz insumo-produto da economia brasileira (estimada para o ano de 2008). Com isto obteve-se os efeitos multiplicadores e impactos em demais variáveis econômicas do país provenientes da instalação de fossas sépticas biodigestoras em toda área rural com esgoto não coletado/tratado no país.

Na situação a ser avaliada neste trabalho os seguintes choques ocorreram na economia considerando o cenário proposto de completo tratamento do esgotamento na área rural: (i) redução no coeficiente de importação de fertilizantes químicos na agricultura e equivalente aumento no valor adicionado desta última; (ii) aumento na demanda dos setores relacionados a construção da fossa séptica biodigestora apresentada no item anterior e; (iii) aumento na demanda final das famílias ocasionado por dois fatores: (a) a sua economia com fertilizantes químicos e; (b) ao aumento no PIB em função da redução nas “DALYs” descritas no item anterior. Além disto, a economia do setor de saúde pública pode ser utilizada para melhoria neste próprio setor. Este item, entretanto, não foi considerado como um choque na economia neste trabalho.

Os choques descritos nos itens (ii) e (iii) são alterações na demanda final da economia. O item (i) altera o coeficiente de importação do setor “Agricultura, silvicultura, exploração florestal”, assim como o coeficiente do valor adicionado deste setor. O impacto deste choque (i) foi estimado considerando o cenário com a alteração destes coeficientes subtraído do cenário sem a alteração nos coeficientes, para toda a demanda final da economia brasileira em 2008. Os choques (ii) e (iii) foram construídos no cenário com os coeficientes alterados, conforme descrito no item (i).

Os impactos foram calculados utilizando a matriz insumo produto do Brasil do ano de 2008, estimada com base nas tabelas de produção e de recursos e usos das Contas Nacionais do país naquele ano (IBGE, 2011b).

3. Resultados

Neste item, inicialmente (3.1) foi apresentada a revisão de literatura pertinente aos indicadores necessários para a contabilização dos impactos de uma política de saneamento da área rural considerando a tecnologia da fossa séptica biodigestora. A seguir (3.2) os cálculos de tais impactos foram descritos e analisados considerando o custo da política. Finalmente, o último item (3.3) buscou analisar os impactos para toda a sociedade brasileira. Para isto, os resultados identificados no item 3.2 foram inseridos na matriz insumo produto do Brasil.

3.1 Revisão de literatura

Inicialmente é feita uma revisão sobre a redução de doenças feco-orais e nos gastos públicos com seus tratamentos. A seguir é realizada uma revisão para obtenção de informações sobre a contaminação de águas pluviais e subterrâneas, assim como o impacto das mesmas no ambiente. Por fim são descritas as informações necessárias para a realização dos impactos referentes ao uso do efluente para irrigação e adubação e seus impactos.

Na área da saúde, a consequência da falta de tratamento de esgoto – seja rural ou urbano, ocasiona diversas doenças, denominadas doenças feco-orais, que tem como seu marco principal as doenças diarréicas. Entre as ações de saneamento analisadas para explicar a relação causal com a saúde, os modelos propostos têm privilegiado a compreensão sanitária de abastecimento de água e do esgotamento sanitário como sendo as mais efetivas (Heller, 1997). Neste sentido, Esrey et. al. (1985), revendo dezenas de estudos que analisaram a efetividade da melhoria na oferta de água e de esgoto para redução da taxa de diarreia para crianças em países em desenvolvimento encontraram que a melhoria na disponibilidade da água é o fator isolado, de ordem sanitária, de maior contribuição na redução da taxa de morbidade (redução de 25%). Em segundo lugar está a melhoria no tratamento de esgoto, com uma redução média de 22% na taxa de morbidade.

Estes valores foram um pouco diferentes na revisão feita por Esrey et al. (1991), a redução na morbidade por diarreia encontrada em estudos mais rigorosos que foi atribuída a melhorias no abastecimento de água e no

esgotamento sanitário foi de 30%, em média. Considerando apenas as melhorias de esgoto, a redução foi de cerca de 36%. Considerando as variáveis qualidade e quantidade de água, observa-se uma redução de 17% na morbidade e, melhorando apenas a quantidade de água reduz-se a ocorrência média de doenças em 20%. A variável higiene, relacionada principalmente ao comportamento de lavar as mãos, é outro fator levado em consideração nos estudos com algumas indicações de alto retorno quanto a redução na morbidade. Esta redução foi encontrada como sendo de 33% no estudo de Esrey et al. (1991).

Já os custos da saúde pública associados ao tratamento da diarreia podem incluir hospitalização; tratamento caseiro; uso de medicamentos e antibióticos. O principal tratamento contra a diarreia é a terapia de reidratação oral. Segundo Brasil (2011b) o gasto *per capita* com a saúde nos anos de 2006 e 2007 (dados mais atuais disponíveis) foram de, respectivamente, R\$ 450,31 e R\$ 492,45. Estes valores consideram os gastos em saúde do governo federal, estadual e municipal. O Ministério separa ainda estes gastos em dois tipos: atenção básica com cerca de 17% dos gastos e atenção de média e alta complexidade com cerca de 48% (Brasil, 2011c). Uma vez que o tratamento com diarreia está incluído nos gastos com atenção básica, tais valores *per capita* são estimados em R\$ 76,55 e R\$ 83,71 respectivamente para os anos de 2006 e 2007.

Além destes custos, têm-se também as perdas de saúde, bem-estar e até mesmos de vidas associadas a tais doenças, que representam expressivos custos sociais e econômicos (DALY)¹. A diarreia está entre as duas maiores causas de perdas de “DALY” no mundo, juntamente com infecções respiratórias. As doenças diarreicas causaram, em 2004, 72,8 milhões de DALYs no mundo, sendo 59,2 milhões apenas nos países de baixa renda (OMS, 2004). Para o Brasil, o número de DALYs referente a doenças diarreicas é estimado em 1.065, para um total de 35.896 decorrentes de todas as doenças.

Obviamente, o fator qualidade da água está diretamente relacionado com a condição de saúde analisada anteriormente. Entretanto, a análise da qualidade ambiental da água leva em conta as características descritas na legislação brasileira (Brasil, 2011g) outras além da contaminação microbiológica. Entre as

¹ Cerca de 60% das DALYs são ocasionadas por morte prematura.

características a serem analisadas que podem ser impactadas pelo lançamento do esgoto sanitário, que é o alvo desta análise tem-se, além dos coliformes que causam os problemas de saúde discutidos anteriormente: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Oxigênio Disponível (OD); materiais flutuantes; pH e; algumas substâncias potencialmente prejudiciais, como o fósforo e o nitrato. Estas características afetam diretamente a fauna aquática, uma vez que reduzem ou contribuem para a redução da disponibilidade de oxigênio na água.

Segundo dados descritos por Sperling (1998), a contribuição média de despejo de esgoto por uma pessoa por dia é de cerca de 120 litros e, para cada litro de esgoto tem-se um incremento de 350 mg de DBO; zero (0) mg de OD e $1 \cdot 10^8$ coliformes fecais. Entretanto, estas informações não foram utilizadas como parâmetro para avaliação da fossa séptica biodigestora porque o despejo de esgoto considerado por Sperling (1998) refere-se a todo esgoto doméstico e a fossa aqui analisada é um sistema para tratamento apenas do esgoto do vaso sanitário. Assim, segundo informações de daSilva (2011), é estimado um despejo de esgoto de cerca de 30 litros por pessoa por dia e, para cada litro deste esgoto, uma carga média de DBO de 1.000 mg.

Outra questão importante relacionada ao impacto ambiental do tratamento do esgoto na área rural está relacionada à eutrofização dos cursos d'água. A eutrofização das águas é a responsável pelo aspecto poluído dos cursos d'água, com coloração esverdeada pelo crescimento de algas (fitoplâncton) e aguapés. Além disto, tais organismos consomem oxigênio da água, reduzindo o oxigênio disponível na mesma e contribuindo ainda mais, além do volume de DBO lançado diretamente pelo esgoto, para piora da qualidade ambiental dos cursos d'água e morte da fauna aquática.

No texto da legislação brasileira (Brasil, 2011g), exceto para águas classificadas como especiais, não há limites de DBO e nutrientes que causam eutrofização para que se lance efluentes nos cursos d'água. As classes de águas destinadas ao abastecimento doméstico são as descritas nas classes de 1 a 3. Os limites de DBO e nutrientes para serem mantidos os cursos d'água são descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Descrição dos limites máximos impostos por lei, para algumas variáveis, na classificação das águas próprias para abastecimento doméstico no Brasil

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Coliformes totais	1.000 por 100 ml	5.000 por 100 ml	20.000 por 100 ml
pH	6,0 a 9,0	Não há referência	6,0 a 9,0
DBO₅ dias a 20°C	< 3 mg L ⁻¹	< 5 mg L ⁻¹	< 10 mg L ⁻¹
OD	< 6 mg L ⁻¹	> 5 mg L ⁻¹	> 4 mg L ⁻¹
Nitrogênio amoniacal	Não há referência	Não há referência	1 mg L ⁻¹
Nitrato	10 mg L ⁻¹	Não há referência	10 mg L ⁻¹
Fosfato total	0,025 mg L ⁻¹	Não há referência	0,025 mg L ⁻¹

Fonte: Brasil (2011g).

Já o efluente resultado do processo de biodigestão da fossa séptica apresenta uma composição média conforme descrito na Tabela 3. Uma vez que o processo de biodigestão anaeróbica da fossa não elimina os elementos químicos, é de se esperar a mesma concentração de nutrientes no esgoto direto e no efluente.

Entretanto, os mesmos elementos descritos anteriormente como nocivos aos cursos d'água por promoverem sua poluição (fosfato total, nitrato, entre outros) são, por outro lado, muito úteis para o crescimento e produção das plantas. Tais elementos são os principais componentes dos fertilizantes agrícolas. Desta maneira, uma vez que a fossa é proposta para ser construída na área rural, cuja principal atividade econômica é a produção agrícola e o processo anaeróbico da fossa séptica biodigestora não elimina tais elementos químicos, eles podem ser aproveitados na adubação de lavouras, com economia no uso de fertilizantes químicos. Além disto, o efluente da fossa promove melhoria do pH do solo e contém micronutrientes, podendo causar um aumento de produtividade.

Tabela 3 – Descrição da análise química do efluente da fossa séptica biodigestora

Variável	Limites encontrados por	
	Faustino (2007)	
		Valores médios
pH	8,1 - 8,7	8,24
DBO (mgO ₂ L ⁻¹)	190 - 411	283
N.Nitrato (mgN L ⁻¹)	0,6 - 3,3	2,02
N. Amoniacal (mgN L ⁻¹)	269 - 562	458
N. Total (mgN L ⁻¹)	287 - 614	536
Fosfato Total (mgPO ₄ L ⁻¹)	39 - 67	46
Potássio (mgK L ⁻¹)	109 - 134	125

Fonte: Faustino (2007).

Para análise do impacto econômico do efluente no que se refere a redução de custos para o produtor agrícola foram considerados os dados da análise química do efluente descrita na Tabela 3. A concentração destes mesmos nutrientes nos adubos químicos é descritos nas suas fórmulas comerciais. A economia de adubo foi calculada considerando o preço médio do fertilizante (preço importação mais a tarifa) necessário para obter a mesma quantidade de nutriente existente no efluente da fossa séptica biodigestora. Para isto foram utilizados os valores de importação dos principais fertilizantes importados no Brasil em 2009. A Tabela 4 descreve tais valores, assim como a concentração aproximada dos nutrientes em cada um dos produtos e a participação das importações dos fertilizantes descritos no valor total de importação de adubos e fertilizantes no Brasil naquele ano. Adicionalmente, a tabela descreve a tarifa de importação de cada produto e o percentual que é importado em relação ao total de fertilizantes químicos importados o Brasil em 2009.

Observa-se que os três itens selecionados (uréia, superfosfato e cloreto de potássio) corresponderam a 71% das importações de fertilizantes no país, o que mostra a importância destes produtos para a adubação no país. Além do preço de importação mais a tarifa, que é considerado como preço básico, ou seja, sem margens de transporte e comércio e impostos domésticos, estes itens foram considerados para compor o preço pelo qual o produtor paga o fertilizante (preço ao consumidor). A distinção entre preço básico, que é o preço que o produtor

doméstico receberia pelo produto, e o preço ao consumidor é comumente utilizada nas informações da matriz insumo produto². Assim, considerando as informações deste documento do ano de 2005 (ano mais recente), e para o produto que inclui este fertilizante (produtos químicos inorgânicos) encontrou-se que estes itens correspondem a 14% do preço básico. Este percentual foi então somado ao preço básico para compor o preço pago pelo consumidor.

Tabela 4 – Preço e tarifa de importação para os fertilizantes químicos e o preço equivalente do nutriente principal para o ano de 2009

Produto	% do nutriente	Dados de importação em 2009			Tarifa de importação	% no valor das importações de fertilizantes totais
		Mil toneladas	1.000 dólares	Preço + tarifa (R\$/ton)		
Uréia	45% N	1.940	512.460	130	6%	13%
Superfosfato	48% P	859	205.429	143	6%	5%
Cloreto de potássio	62% K	3.417	2.060.524	981	0%	53%
Participação da importação dos fertilizantes descritos acima em relação ao total de fertilizantes importados em 2009						71%

Fonte: Brasil (2011e) e Brasil (2011f).

Nota: para transformação dos preços em dólares descritos na fonte de dados para valores em reais foi utilizada a taxa de câmbio média do ano de 2009 (1,99 reais por dólar, descrito no Banco Central, Brasil, 2011a). O nutriente Nitrogênio é denominado “N”; o fósforo é “PO4” e o potássio é representado pela letra “K”.

3.2. Estimativas dos impactos

A partir das informações obtidas no item anterior, este item analisou a adoção do sistema de saneamento utilizando a fossa séptica biodigestora em relação a ausência de tratamento de esgoto (ou a substituição das atuais fossas rudimentares) identificada em grande parte da área rural do Brasil. Os possíveis impactos estimados na sociedade são descritos na Tabela 5. Os impactos são de ordem social (número de mortes e doenças evitadas pela melhoria da condição

² A Matriz Insumo Produto é um documento das Contas Nacionais do país. Este documento também foi utilizado para fazer a análise dos impactos na sociedade brasileira descrita no item 3.3.

sanitária), ambiental (volume de poluentes que deixaram de ser despejados nos cursos d'água) e econômica (custo das instalações das fossas; perdas econômicas decorrentes dos impactos sociais e redução de custos equivalente ao uso do efluente da fossa como fertilizante agrícola).

Tabela 5 – Valores anuais dos impactos sociais, ambientais e econômicos da instalação de fossas sépticas biodigestoras na população rural com tratamento sanitário inadequado

ANÁLISE SOCIAL	número de pessoas
Redução anual das mortes por diarreia	2,592
Redução anual das doenças diarreicas	5,544,779
ANÁLISE AMBIENTAL	1.000 toneladas
Redução no volume de DBO nos cursos d'água	249
Redução de nutrientes lançados	173
ANÁLISE ECONÔMICA	milhões de reais
Custo anual de instalação das fossas	647
Ganhos:	1,115
Ganhos de PIB anual por causa da doença evitada	637
Redução nos gastos com fertilizantes	348
Realocação nos gastos de saúde	130

Fonte: resultados da pesquisa.

Quanto ao investimento necessário para construção da fossa, tem-se o custo total estimado em R\$ 647 milhões ao ano, considerando sua vida útil de 10 anos. Este valor é comparável ao recurso financeiro investido na prevenção da dengue pelo controle do inseto vetor no país, que, segundo dados de Ministério da Saúde (Brasil, 2011d), foram de cerca de R\$ 700 milhões em 2009. Entretanto, segundo dados da OMS (2004), o número de mortes no país por dengue foi de apenas 400, ou seja, 1,4% do número de mortes provocadas por doenças diarreicas no país, no mesmo ano. Considerando que o investimento nas fossas sépticas ainda apresenta benefícios ambientais e econômicos para o produtor rural, tal investimento pode causar retornos para a sociedade ainda superiores aos que poderiam ser obtidos pelo controle do *Aedes aegypti* (inseto vetor da dengue). Isto não significa dizer que o Ministério da Saúde deve deixar de investir no controle da dengue para

investir no controle da diarreia na zona rural, mas sim que ambos devem ser tratados com igual importância, o que não é observado visto o alto percentual da população rural sem tratamento ou com tratamento de esgoto precário.

Em relação à característica social, estima-se que com a melhoria no sistema sanitário da área rural haja uma redução de cerca de: 2.592 mortes e 5.544.779 pessoas com doenças diarreicas por ano. Este é um impacto de grande importância social uma vez que preserva vidas humanas as quais, na sua maioria, são de crianças de menos de 5 anos de idade.

Comparando estes números com outras doenças tem-se que o número de casos novos de dengue no Brasil em 2008 foi de 556.224 (Brasil, 2011d). Ou seja, 10% do número de casos de doenças diarreicas. Segundo dados da OMS (2004), o número de mortes por meningite no Brasil em 2004 foi um pouco menor do que o número de mortes evitadas por diarreia descrita anteriormente (4,4 milhões de pessoas).

Os gastos com saúde para cuidar dos casos de diarreia foi estimado, individualmente, pelo percentual do gasto do Ministério da Saúde com atenção básica e os valores *per capita* dos gastos com saúde federal, estadual e municipal. Este valor foi de R\$ 83,71 *per capita*. Entretanto, segundo dados da UNICEF (2011), apenas 28% das crianças com diarreia recebem tratamento. Assim, o tratamento do esgoto rural ainda não tratado originaria, considerando apenas o percentual de crianças tratadas uma economia de recursos na área de saúde de R\$130 milhões (que corresponde a 20% do custo anual de instalação das fossas), que podem ser canalizados para tratamento de outras doenças melhorando as condições de saúde da população e reduzindo ainda mais o número de anos improdutivos ocasionados por outras doenças (DALY).

Transformando ainda este número de doenças diarreicas evitadas em DALYs (anos improdutivos) evitados considerando apenas as perdas por doença (ou seja, foram retirados da conta o número de DALYs referentes a morte prematura), tem-se um total de 38 mil anos evitados pelo tratamento das fossas estimado neste trabalho. Uma vez que as doenças diarreicas atingem mais crianças, estas perdas ocasionam perdas escolares ou de trabalho dos pais que precisam cuidar de seus filhos. Entretanto, foi utilizada como uma maneira de

mensurar tais perdas, o PIB *per capita* do país para 2009. Assim, obteve-se um valor de R\$637,28 milhões para tais perdas provocadas pela doença (98% do custo anual de instalação das fossas).

No caso dos impactos ambientais e do impacto econômico direto para o produtor rural, dois casos diferentes devem ainda ser considerados para análise dos impactos: (1) uso completo do efluente da fossa como ferti-irrigação em culturas agrícolas ou; (2) efluente não utilizado e despejado nos cursos d'água.

Considerando o primeiro cenário, onde todo o efluente é utilizado para fertilização de culturas agrícolas, não há qualquer descarga dos resíduos nas águas e, portanto, tem-se uma redução média equivalente a 249 mil toneladas de DBO ao ano. Além de toda esta carga de demanda por oxigênio lançada nos cursos d'água, ainda seriam reduzidos o lançamento de 124 mil toneladas de Nitrogênio; 18,6 mil toneladas de fósforo e 29,8 mil toneladas de potássio. Todo este volume de nutrientes que deixa de ser lançado e que contribuiria para o desenvolvimento de algas na água, promove, neste sistema, o aumento da produtividade agrícola, gerando retornos econômicos para o produtor rural.

O volume de adubo que pode deixar de ser importado neste caso é equivalente a concentração dos nutrientes descritos anteriormente. Assim, considerando a concentração de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nos principais adubos importados, descritos na Tabela 4, a utilização de todo efluente como fertilizante poderia levar a uma redução de: 276 mil toneladas de uréia; 38 mil toneladas de superfosfato e 48 mil toneladas de cloreto de potássio. Considerando o preço de importação (com tarifa) descrito na Tabela 4, isto corresponderia a uma economia de importação pelo produtor rural de 173 milhões de dólares. Este valor corresponde a apenas 4% do total de adubos e fertilizantes importados no país em 2009 (cerca de 4 bilhões de dólares). Entretanto, esta economia, correspondente a 348 milhões de reais (taxa de câmbio média em 2009 foi de 1,99 reais por dólar) em fertilizantes torna-se um valor significativo considerando o custo anual de instalação das fossas, estimado em 647 milhões (53% do custo anual de instalação das fossas).

Se, por outro lado, tivermos o cenário 2 de ausência de uso do efluente como fertilizante, os benefícios ambientais e econômicos, apesar de continuarem

existindo, são significativamente reduzidos. Do lado ambiental, a redução de lançamento do volume de DBO cai de 249 para 178 mil toneladas de DBO ao ano e a redução de custos do produtor com os fertilizantes químicos deixa de existir. Uma vez que não são utilizados na produção agrícola, todo o volume de nutrientes contabilizado é lançado nos cursos d'água contribuindo para a eutrofização dos mesmos.

4.3 Impactos estimados na sociedade brasileira

Como descrito anteriormente, para obter uma análise dos impactos da fossa séptica biodigestora como tratamento sanitário para a população rural sobre a economia brasileira, deve-se considerar os valores de choques nos principais setores impactados por esta tecnologia. Os valores foram transformados em preços básicos retirando os percentuais relativos a margens de transporte, comércio e impostos sobre os produtos, conforme o percentual observado na planilha de produção de 2008 do IBGE (IBGE, 2011b). Apenas no setor de demanda final das famílias que o preço pago ao consumidor não foi transformado, pois o valor da economia feita é a preço de consumidor. O percentual da Renda Disponível Líquida das Famílias (consumo final e investimento) no valor do PIB da economia calculado com base na CEI para o ano de 2006 (dado mais recente) foi de 71,6% (IBGE, 2011b). Assim, do valor de R\$637 milhões adicionados em PIB em função de doença evitada na economia, as famílias irão gastar o equivalente a R\$456,4 milhões.

No caso estimado anteriormente, os choques a preço básico foram: (i) redução na importação de adubos e fertilizantes e do uso do mesmo no setor de agropecuária, em R\$307 milhões, o que reduz o coeficiente de importação dos fertilizantes e aumento no coeficiente de valor adicionado da agropecuária; (ii) aumento na demanda das famílias no montante equivalente a economia com a compra de adubos e fertilizantes e com o aumento no PIB proveniente do ganho de anos produtivos pela redução na DALY, somando um total de R\$985,22 milhões e (iii) aumento dos gastos do governo para construção da fossa, dividido da seguinte maneira entre os setores da economia: 49% para o setor “outros produtos de minerais não metálicos” (R\$232,49 milhões); 46% para o setor “artigos de borracha e plásticos” (R\$240,04 milhões); 1% para o setor “tintas,

vernizes, esmaltes e lacas” (R\$5,75 milhões) e; 3% para o setor “produtos e preparados químicos diversos” (R\$18,52 milhões)³.

Os valores dos impactos sobre o valor da produção da economia brasileira, considerando os impactos diretos e indiretos produzidos pelos choques são descritos na Tabela 6.

Tabela 6 – Impactos diretos, indiretos sobre o valor da produção de toda economia considerando os choques descritos anteriormente (milhões de reais)

Valor bruto da produção	Remuneração	PIB	Importação	Emprego (número)
3.036	588	1.651	-122	51.473

Fonte: resultados da pesquisa.

Assim, além das mortes e da poluição evitada, a cada ano (considerando a tecnologia fixa, referente ao ano de 2008) o PIB do país aumenta em mais de R\$1.6515 milhões; a remuneração dos empregados aumenta em cerca de R\$588 milhões; a importação reduz em R\$122 milhões, favorecendo o superávit da balança comercial do país e são criados mais de 51 mil novos postos de emprego. Subtraindo do custo anual com a construção das fossas (R\$647 milhões) o aumento no valor da produção da economia (R\$3.036 milhões), tem-se que a economia tem um ganho líquido de R\$2.389 milhões.

Portanto, considerando apenas algumas variáveis mensuráveis economicamente, no item anterior foi estimado que a cada R\$1,00 investido na construção das fossas na área rural o retorno é de R\$1,72. Já considerando os encadeamentos na economia, este retorno passa a ser de R\$4,69. Em termos de ganhos de renda, a cada R\$1,00 investido tem-se um retorno de R\$2,55 em Produto Interno Bruto (PIB).

Diante deste cenário positivo da implementação da fossa séptica biodigestora pelos órgãos públicos na área rural do país, a seguir são elaboradas algumas conclusões e recomendações gerais extraídas deste estudo.

³ O custo da fossa e os percentuais de participação de cada setor neste custo foram calculados considerando orçamento feito na cidade de São Carlos, em fevereiro de 2011, para os materiais necessários para sua construção. Estes materiais podem ser obtidos em Embrapa (2006).

4. CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou uma característica de subdesenvolvimento do país e a frágil situação sanitária diante de outros países considerados menos desenvolvidos. A alternativa para melhorar tal situação sanitária que é a proposta da fossa séptica biodigestora mostrou impactos sociais, ambientais e econômicos positivos para o Brasil. Mais do que isto, uma compilação de diversos estudos mostrou a relação entre o saneamento, saúde pública e meio ambiente procurando quantificar estes impactos relacionando-os com a realidade do atual sistema de tratamento de esgoto na área rural do país. Este resultado é importante para incentivar órgãos públicos a realizarem os investimentos aqui propostos.

Entretanto, para alcançar plenamente tais impactos, deve-se criar uma conscientização em relação ao uso do efluente gerado. Assim, identificou-se a necessidade de mais estudos sobre o efeito do efluente no solo e na produção agrícola, assim como a disseminação destas informações para os usuários da fossa. Uma cartilha indicando o volume do efluente que pode ser utilizado em substituição a determinada quantidade de adubo ou fertilizante químico ou calcário, assim como informações mais precisas dos seus benefícios é altamente recomendado e estimularia aos adotantes da fossa a obterem os ganhos potenciais desse sistema, conforme estimado neste estudo.

Este estudo colaborou ainda em outros dois aspectos. Primeiro, mostrando a importância de uma análise conjunta de aspectos sociais, ambientais e econômicos para a avaliação das tecnologias, e procurando mensurá-las em uma mesma unidade de medida, quando possível, utilizando os conceitos de valoração econômica de recursos naturais. Se não fosse isto, não se obteriam impactos econômicos positivos da tecnologia avaliada. Ainda assim, deve-se considerar que sempre pode haver fatores importantes e que não são passíveis de mensuração econômica, como o número de mortes evitadas. O segundo aspecto a ser considerado neste estudo refere-se à avaliação dos impactos na sociedade considerando os encadeamentos entre os setores produtivos. A matriz insumo produto já é utilizada com este propósito em outros estudos, entretanto, aqui ela foi utilizada não somente com impactos de demanda final, mas mostrando que também pode ser utilizada em outros choques, como na alteração em coeficientes

de importação e de valor adicionado. O trabalho de alteração na matriz insumo produto para avaliação de diferentes tecnologias, que podem alterar diferentes características da matriz é algo que pode ser explorado em estudos futuros.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BRASIL. Banco Central do Brasil. Taxas de câmbio. Cotações e Boletins. Disponível em: <http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpsq.asp?id=txcotacao>. Acesso em 15 de fevereiro de 2011a.
- BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?idb2009/e0602.def>. Acesso em 23 de janeiro de 2011b.
- BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?idb2009/e020.html>. Acesso em 23 de janeiro de 2011c.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/informe_epidemiologico_semana_1a52_09_revisado.pdf. Acesso em 08 de fevereiro de 2011d.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio - MDIC. Comércio Exterior. Tarifa Externa Comum. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1848>. Acesso em 08 de fevereiro de 2011e.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio – MDIC. Comércio Exterior. Estatísticas de Comércio Exterior. Aliceweb. Disponível em: <http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br/>. Acesso em 08 de fevereiro de 2011f.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA no. 20, de 18 de junho de 1986. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>. Acesso em 31/01/2011g.
- DASILVA, W.T.L. **Contato pessoal**. 2011.
- ESREY, S.A. Water, Waste, and Well-Being: A Multicountry Study. **American journal of Epidemiology**. Vol. 143, n. 6. 1996.
- ESREY, S.A.; FEACHEM, R.G. & HUGHES, J.M. Interventions for the control of diarrhoeal diseases among young children: improving water supplies and excreta disposal facilities. **Bulletin of the World Health Organization**, 63 (4): 757-772. 1985.
- ESREY, S.A.; POTASH, J.B.; ROBERTS, L.; SHIFF, C. Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma. **Bulletin of the World Health Organization**. 69 (5): 609-621. 1991.

- FAUSTINO, A.S. Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo. Dissertação de Mestrado: UFSCar. 2007.
- HELLER, L. **Saneamento e Saúde**. OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. 1997.
- IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Banco de Dados Agregados. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/pnad/pnadpb.asp?o=3&i=P>. Acessado em: 20 de janeiro de 2011a.
- IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/default.php>. Download. Estatísticas. Contas Nacionais. Sistemas de Contas Nacionais. 2008. Acessado em: 15 de fevereiro de 2011b.
- NOVAES, A. P. ; SIMOES, M. L. ; INAMASU, R. Y. ; JESUS, E. A. P. ; MARTIN-NETO, L. ; SANTIAGO, G. ; DA SILVA, W. T. L. Saneamento Básico na Área Rural. In: Claudio Spadotto; Wagner Ribeiro. (Org.). **Gestão de Resíduos na Agricultura e na Agroindústria**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p. 262-275. 2006.
- OMS & UNICEF. **Progress on Sanitation and Drinking-Water**. 2010 Update. 2010.
- OMS. **The global burden of disease: 2004 update**. 2004.
- PEARCE, D. Foundations of an ecological economics. **Ecological Modelling**, v.8, p.9-18, 1987.
- SALDIVA, P.H.N.; ANDRADE, M.F.; MIRAGLIA, S.G.E.K.; ANDRÉ, P.A. O etanol e a saúde. In: SOUZA, E.L.L.; MACEDO, I.C. (org.). **Etanol e Bioeletricidade: a cana-de-açúcar no future da matriz energética**. SãoPaulo: Luc, pp. 226-259. 2010.
- SPERLING, M.V. Análise dos padrões brasileiros de qualidade de corpos d'água e de lançamentos de efluentes líquidos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Vol. 13. N.1. Jan./Mar. 1998. P. 111-132.
- UNICEF. Estatística de saúde. Disponível em: <http://www.unicef.org/sowc09/statistics/tables.php>. Acesso em 10 de março de 2011.