

**PESQUISA E APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA SOCIAL NO MEIO RURAL  
PARA PROMOÇÃO SANEAMENTO BÁSICO NO ASSENTAMENTO NOVA  
SÃO CARLOS (SÃO CARLOS/SP)**

**Mario Berni De Marque<sup>(1)</sup>**

Graduando em engenharia ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP).

**Marcel Fantin<sup>(2)</sup>**

Professor doutor do Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) da Universidade de São Paulo (USP).

**João Fontes Lopes Neto<sup>(3)</sup>**

Graduando em engenharia ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP).

**Julia Maria dos Santos Silva<sup>(4)</sup>**

Graduanda em engenharia ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP).

**Kevin Yukihiro Goia<sup>(5)</sup>**

Graduando em engenharia ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Trab. São Carlense, 400 - Parque Arnold Schimidt - São Carlos – São Paulo - 13566-590 - Brasil - Tel: +55 (11) 969719369 - e-mail: [mariodmarque@gmail.com](mailto:mariodmarque@gmail.com)

## RESUMO

O saneamento básico é direito constitucional e essencial para promoção da saúde pública e proteção do meio ambiente. Contudo, a desigualdade frente ao acesso ao saneamento é evidente quando analisada a disparidade entre as zonas urbanas e rurais. O não atendimento desse direito acarreta problemáticas pontilhadas de negativas e demanda ferramentas, técnicas e tecnologias adequadas e adaptadas a uma diversidade de ambientes e contextos, como é o caso do meio rural. A tecnologia social é um conceito amplamente estudado e capaz de permear e auxiliar todos os agentes envolvidos na sua concepção, aplicação e gestão para solução dos problemas enfrentados. Com o objetivo de trabalhar com as práticas extensionistas no meio rural, o Grupo de Estudos e Intervenções Socioambientais da Universidade de São Paulo selecionou um lote e uma tecnologia de saneamento a partir de pesquisas, interações e diálogos entre o corpo discente participante e os moradores. Optou-se pela tecnologia de tratamento do esgoto, sendo aplicada no formato de oficina. Com isso, buscou-se promover saúde aos usuários, melhores condições ambientais ao local, educação ambiental aos envolvidos, replicabilidade da tecnologia e fomento do debate sobre o tema saneamento rural de modo a fortalecer as relações entre a universidade e a sociedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento rural, Tecnologia social, Assentamento

## INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um direito constitucional de todo cidadão e tem como meta garantir a saúde e o bem-estar social para população (Lei Federal nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007). Entretanto, a ausência de investimentos nesse setor nas últimas décadas deixa o país ainda longe das metas de universalização desses serviços. Os resultados da Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD - IBGE) realizada em 2015 demonstram que 14,6% da população brasileira ainda não possui acesso à rede de distribuição de água e 40,9% não é atendida pela coleta de esgoto sanitário. Além disso, Souza et. al (2014) argumentam que mesmo na parcela da população ligada aos sistemas de abastecimento de água e coleta de esgoto, a qualidade desses tratamentos varia e muitas vezes são insuficientes, mostrando também a fragilidade nos dados da PNAD que não abordam o acesso qualitativo ao saneamento.

Na zona rural os índices de saneamento são ainda piores devido a precariedade ou inexistência de saneamento. A falta de políticas públicas nos locais onde reside a população mais pobre e fragilizada são a essência desse problema (MURTHA et al., 2015; HOLGADO-SILVA et al., 2014). Segundo o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) de 2019, 60,3% das residências rurais não possuíam soluções adequadas para o afastamento do esgoto sanitário, sendo destinado a fossas rudimentares (48,6%) ou para valas, rios, lagos, dentre outros (11,7%). As fossas rudimentares (também conhecidas como negras ou caipiras) consiste na disposição do esgoto bruto em um buraco sem impermeabilização do solo, facilitando a contaminação de lençóis freáticos e facilitando a propagação e vetorização de doenças relacionadas (BUGELLI; FELÍCIO, 2019).

Deste modo, fica evidente a relação entre excretas/esgoto sanitário e saúde pública, devido a contaminação<sup>1</sup> de águas e solos que ocorre no ambiente onde não há tratamento (GONÇALVES, 2003). Assim, diversos poluentes presentes no esgoto, como sólidos em suspensão, matéria orgânica, nutrientes e patógenos, podem promover doenças como diarreias, infecções por nematóides, bactérias, vírus e protozoários, seja pela via feco-oral, pela falta de higiene ou pela facilidade de vetorização das doenças de vínculo hídrico (FORESTI, 2013; VON SPERLING, 1996).

Analisando pela lógica da prevenção, Heller (1998) reafirma a necessidade de levar infraestrutura para toda população, a fim de promover saúde pública pelo saneamento. O mesmo autor retrata como lacunas na literatura, pesquisas e estudos que buscam condições adequadas para levar saneamento à população que está sob risco das diversas problemáticas da falta de tratamento de esgoto.

Nesse contexto, a abordagem de promoção de saneamento na zona rural deve ser própria e distinta da convencional usada para sistemas centralizado/urbano, pois este modo pode ser inviável às localidades que apresentam grandes distâncias entre residências. Assim, destacam-se sistemas descentralizados (in situ) para reduzir a proporção de pessoas sem acesso ao esgotamento sanitário (DE MARQUE; FANTIN, 2018; LOTFI, 2016; LIBRALATO; GHIRARDINI; AVEZZÙ, 2012).

Para a ampliação do acesso ao tratamento de esgoto em zonas rurais, faz-se necessário o uso de tecnologias sociais<sup>2</sup> que respeitem o modo de vida local, dadas condições sociais, ambientais, econômicas e culturais. Rodrigues e Barbieri (2008) corrobora com critérios e pareceres que auxiliam no entendimento e aplicação da tecnologia social, tais como:

Razão de ser da tecnologia social — atender as demandas sociais concretas vividas e identificadas pela população;  
Processo de tomada de decisão — processo democrático e desenvolvido a partir de estratégias especialmente dirigidas à mobilização e à participação da população;  
Papel da população — há participação, apropriação e aprendizado por parte da população e de outros atores envolvidos;  
Sistemática — há planejamento, aplicação ou sistematização de conhecimento de forma organizada;  
Construção do conhecimento — há produção de novos conhecimentos a partir da prática;  
Sustentabilidade — a tecnologia social visa à sustentabilidade econômica, social e ambiental;  
Ampliação de escala — gera aprendizagem que serve de referência para novas experiências.

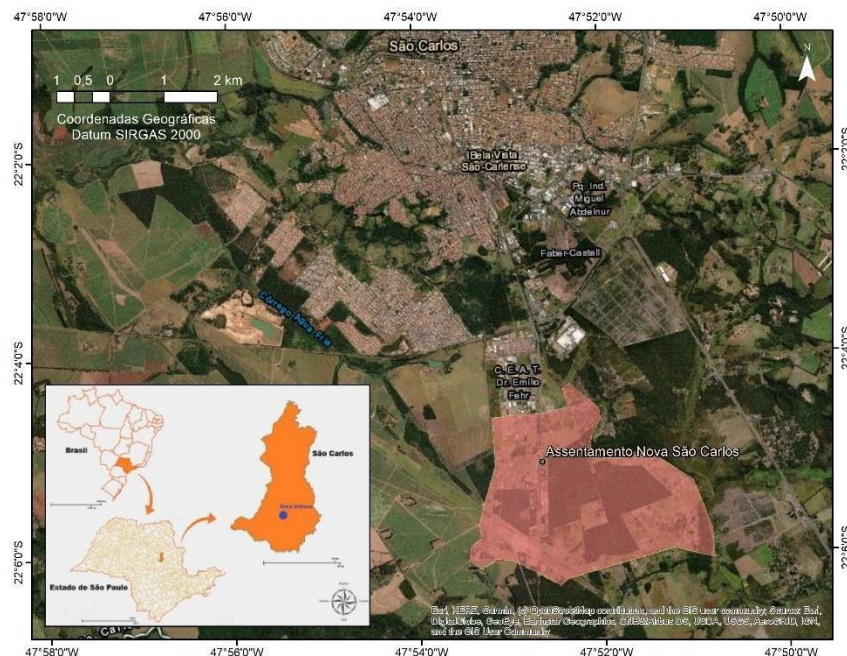
Dagnino (2014) esclarece o termo Tecnologia Social, de maneira simples, porém bem fundamentada e sustentada por uma grande revisão bibliográfica, como: “Aquele que visa à inclusão social”. Com essa definição, é possível abranger o que definições usuais não conseguem, além de fornecer a possibilidades da Adequação Sociotécnicas<sup>3</sup> das tecnologias já usualmente conhecidas.

Abrangendo os conceitos abordados, o grupo de extensão universitária GEISA (Grupo de Estudos e Intervenções Sócio-Ambientais) da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP) buscou interação e diálogo entre a universidade e comunidade rural, neste caso, com os moradores do assentamento Nova São Carlos e suas realidades no sentido de implementar uma tecnologia social de saneamento básico. Toda a prática desenvolvida partiu do entendimento e da compreensão de que a luta pela Reforma Agrária deve aliar o direito à terra ao direito à qualidade de vida que traz, entre seus componentes, o saneamento básico.

## O Assentamento Nova São Carlos

Em âmbitos nacional, regional ou local, os assentamentos são uma das formas mais objetivas de promover a reforma agrária, concretizando a luta pela terra por parte da população que exige seu direito garantido, pela Constituição, à moradia (FERRANTE; WHITAKER, 2013; SOUZA-ESQUERDO; BERGAMASCO, 2011).

O Assentamento de Reforma Agrária Nova São Carlos (Figura 1) se localiza na região sul do município de São Carlos, interior de São Paulo (coordenadas 22°5'20"S e 47°52'14"W), cruzado pela rodovia Domingos Innocentini (SPA - 149/215), na bacia hidrográfica do Feijão.



**Figura 1: Localização do Assentamento Nova São Carlos**  
**Fonte: Adaptado de Carvalho (2016)**

De acordo com as lideranças e moradores do assentamento (TABARIN; FANTIN, 2018), a mobilização da ocupação começou entre 2006 e 2007 na área onde havia monocultura de eucalipto explorada pela FEPASA (Ferrovia Paulista S.A.), arrendada pela CONPACEL (Consórcio Paulista de Papel e Celulose, antiga RIPASA) através de um contrato com governo federal.

Devido às dificuldades para o cultivo da terra e de organização social, a ocupação se deu, de fato, em setembro de 2008, contando com 150 a 200 famílias e, após muita luta social, o assentamento foi reconhecido apenas em agosto de 2009, constatado no Relatório de Gestão de 2009 do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, 2010), registrando 110 famílias, em uma área total de 1.158,50 hectares. Atualmente, residem cerca de 83 famílias no assentamento, muitas com dificuldades de acesso a água, esgotamento, educação, saúde, lazer, dentre outros fatores de suma importância para qualidade de vida (PERRIN; FERREIRA, 2017).

## METODOLOGIA UTILIZADA

### Seleção do lote

Para implementação da tecnologia de tratamento, levou-se em consideração a necessidade de garantir o saneamento, tendo em vista os aspectos sociais, ambientais e econômicos do lote com base no diagnóstico quantitativo realizado pelo GEISA em 2017 (TAVER; VARISON; MONTAÑO, 2017).

Os aspectos dos lotes foram divididos em: potencialidades, fragilidades e fatores relevantes. Assim, nas potencialidades foram evidenciados os conhecimentos em construção civil, técnicas de cultivo e posse de ferramentas. Nas fragilidades, retrata-se situações precárias de saúde, saneamento, sociais e econômicas e, quanto aos fatores relevantes, foram elencados o número de integrantes na família, renda per capita, tipo de casa (barraco, alvenaria inacabada, etc), acesso à políticas de instalação, interesse em participar do projeto, dentre outros.

Após análise do diagnóstico quantitativo, selecionou-se o lote 65, evidenciado pela necessidade ambiental de promover a destinação correta das Águas Negras, visto que a fossa rudimentar em sua residência estava exposta, propiciando a contaminação e vetorização de doenças. Segundo a moradora, além do mal cheiro, animais de estimação haviam caído e morrido na fossa, o que demonstra, também, a necessidade social de promover o saneamento neste lote.

A família residente no lote selecionado possui quatro moradores e demonstrou grande interesse em participar do projeto, o que é fundamental para aceitação e apropriação da tecnologia. Assim, com diálogo entre o grupo e os moradores, tendo em vista o conceito de Tecnologia Social, buscou na literatura maneiras de promover o tratamento do esgoto descentralizado que poderia ser aplicado naquele contexto.

## Definição da tecnologia

As águas residuárias domésticas podem ser divididas conforme seu uso, sendo denominada Águas Negras (AN) o efluente com maior carga de matéria orgânica, nutrientes e patógenos, proveniente dos vasos sanitários contendo fezes, urinas e papel higiênico, e Águas Cinzas (AC) advinda dos outros usos diversos no domicílio como pias, chuveiros, ralos e lavatórios, com maiores concentrações de sabão, detergentes e componentes químicos. (JABRI et al., 2020; FERNANDES et al., 2019; MELO, 2018; NUÑEZ et al., 2014; PALMQUIST; HANÆUS, 2005; PILZ; SATTLERDEL, 2004; OTTERPOHL, 2001).

As AC podem corresponder de 50 a 82% do uso total na residência, contudo as AN, mesmo que gerada em menor volume, necessitam de tratamento devido seu potencial de contaminação pelos nutrientes e patógenos presentes (GALBIATI, 2009; DEL PORTO; STEINFELD, 2000).

Considerando as AC e as AN, procurou-se entender as características físico-químicas dos efluentes e como é feito o manejo das águas residuárias da casa dos assentados. Nesse sentido, essa fase envolveu o conhecimento do lote escolhido para então pesquisar a tecnologia a ser utilizada.

Após a seleção do lote, foi avaliado a necessidade de trabalhar com as AN do esgoto sanitário gerado, já que os moradores utilizavam as AC para limpeza e irrigação. Para isso, buscou-se as principais características das AN (Tabela 1) e, através da revisão de literatura e discussões do grupo de trabalho junto com os moradores do lote selecionado, levantou-se soluções e possibilidades para promover o tratamento das mesmas.

**Tabela 1: Caracterização das águas negras.**

PARÂMETROS	Valor *	Valor *	UNIDADE
pH	7,5	7,84	-----
Sólidos Suspensos Totais (SST)	2296	2365	mg.L <sup>-1</sup>
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	6857	6619	mg.L <sup>-1</sup>
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	1757	1893	mg.L <sup>-1</sup>
Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK)	454	365	mg.L <sup>-1</sup>

<b>Fósforo Total (PT)</b>	20,4	-----	mg.L <sup>-1</sup>
<b>Coliformes Totais</b>	-----	1,5.10 <sup>9</sup>	NMP.mg.L <sup>-1</sup>

\* Gonçalves et al. (2006)

\*\* Rebouças, Bianchi e Gonçalves (2007)

Ambos estudos caracterizaram as AN com amostras com 6 litros de água, 250 ml de urina, fezes e papel higiênico, sendo essas proporções correspondente à descarga estimada da geração relativa de uma pessoa adulta. Observa-se elevadas concentrações de DBO, DQO, NTK e coliformes totais, poluentes que facilmente podem contaminar corpos hídricos, se despejados sem tratamento.

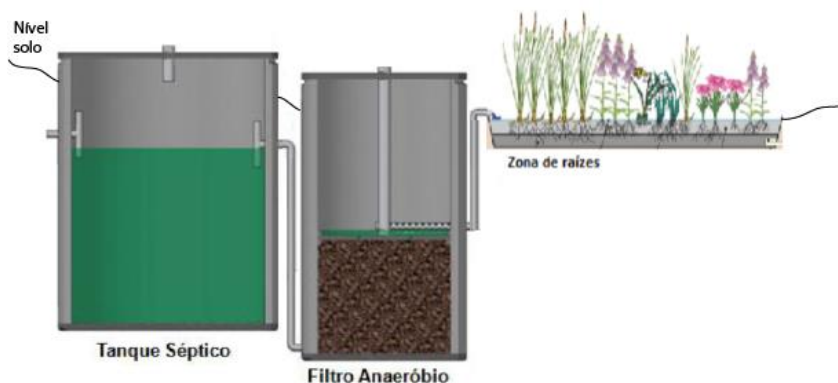
Pelas características do esgoto produzido no lote (AN), foram observadas grandes eficiências de remoção de matéria orgânica e outros poluentes do esgoto sanitário utilizando bactérias que realizam processos biológicos em unidades de tratamento anaeróbios (METCALF; EDDY, 2016; FORESTI; ZAIAT; VALLERO, 2006). O sistema mais comum para tratamento descentralizado é o tanque séptico, devido sua simplicidade e eficiência de remoção de materiais sedimentáveis e flutuantes e pela digestão de matéria orgânica sem a presença de oxigênio (CHERNICHARO, 2007)

A NBR 13969 (ABNT, 1997) apresenta possibilidades de promover tratamento complementar pós tanque séptico, dentre eles, valas de filtração, filtro de areia, lagoas com plantas aquáticas, lodo ativado por batelada e filtro anaeróbio de leito fixo com escoamento ascendente. Destaca-se o Filtro Anaeróbio como alternativa viável pois promove o tratamento, com menores custos de aplicação e operação, com menores demandas energéticas e de área (OLIVEIRA JÚNIOR, 2013).

Tanques sépticos seguidos de filtros anaeróbios se evidenciam com grande potencialidade de promover o tratamento de esgoto descentralizado em regiões periféricas/rurais, promovendo saúde e proteção ambiental (MANARIOTIS; GRIGOROPOULOS, 2006; VIANNA; MESQUITA; ROSA, 2018)

Gomes (2015) utilizou tanque séptico seguido de filtro anaeróbio e filtro de areia como tratamento descentralizado em Campinas/SP. Nesse estudo, utilizou-se de cascas de coco no filtro anaeróbio, como meio suporte, e, nas condições experimentais, observou-se que após o filtro anaeróbio, atingiu-se eficiência de remoção de poluentes suficiente para disposição final, segundo a legislação.

Com isso, optou-se pelo tanque séptico e filtro anaeróbio seguido de uma zona de raízes (Figura 2) para aplicação no lote selecionado e, permeando o conceito de tecnologia social, buscou-se reduzir os custos do projeto para torná-lo mais acessível possível. Assim, como meio suporte para o filtro anaeróbio, foi utilizado entulho moído, fornecido por uma empresa da cidade. Esse meio suporte, além de fornecido gratuitamente, tange a perspectiva ambiental pelo reaproveitamento de resíduos sólidos de construção civil, que seriam destinados aos aterros sanitários.



**Figura 2: Representação da tecnologia**  
 Fonte: Adaptado de Gomes (2015)

O dimensionamento da tecnologia seguiu as normas NBR 7229 (1993) e NBR 13969 (1997), para o tanque séptico e para o filtro anaeróbio, respectivamente. Apesar de possuir 4 residentes no lote, a tecnologia foi projetada para 6 pessoas, estimando o aumento de moradores ao longo do tempo. O sistema tem vida útil de 20 a 30 anos, monitorando e realizando limpezas anuais.

Os materiais utilizados foram tubos de PVC de 100 mm, conexões, colas, ferramentas, entulho moído, caixa d'água de 1000 e 2000 litros (filtro anaeróbio e tanque séptico, respectivamente) e mudas de plantas (bananeira e taioba). Os custos ficariam em torno de 1.700 reais, contudo, as duas caixas d'água foram doadas pela Comissão de Graduação da Engenharia Ambiental da EESC/USP, assim, o grupo arcou com 500 reais para os demais materiais.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A implementação do tanque séptico e filtro anaeróbio foi realizado em formato de oficina no dia 9 de março de 2019, com o intuito de promover a educação ambiental para todos os participantes (moradores, membros do grupo e público), dividindo em dois momentos: Formação e Aplicação.

A formação durou metade do período da manhã e iniciou-se com uma roda de conversa com todos presentes, discutindo sobre: o grupo GEISA e o espaço de atuação (porque atuar em assentamentos e a importância com o vínculo universitário); educação ambiental; a história e realidades presentes no assentamento Nova São Carlos; a importância de promoção de saneamento rural; e construção e detalhamento da tecnologia social aplicada possibilitando que outras pessoas tenham acesso ao “como fazer”. Todos os tópicos estavam presente em cartilha da oficina (Apêndice 1), distribuída no início do momento (Figura 3).

O segundo momento foi dedicado a construção da tecnologia em si, iniciado na segunda metade do período da manhã, em que todos os presentes se revezavam nas funções previamente instruídas pelas (os) membras (os) do grupo para a implementação do sistema. Foi necessário cavar dois buracos onde se instalaram as caixas d'água; cortar e colar tubos e ligações para conectar à rede sanitária do banheiro à tecnologia e entre as etapas de tratamento; e realizar o manejo das mudas de bananeira e taioba na zona de raízes no final do sistema (Figuras 4 e 5).



Figura 3: a) Membro no GEISA iniciando a formação e b) moradora apresentando o assentamento e a residência

Fonte: Acervo próprio.



**Figura 4: Construção da tecnologia.**  
**Fonte: Acervo próprio.**



**Figura 5: Participantes da oficina realizada dia 9 de março de 2019.**  
**Fonte: Acervo próprio.**

A implantação da tecnologia social foi realizada no tempo previsto da oficina, com conversas e diálogos permeando durante todo o momento de trabalho. Ao final da oficina, todos os participantes se agradeceram pelo trabalho empenhado e aprendizado que cada um levou e construiu com os outros, graças ao espaço e momento que a oficina providenciou a todos.

A implementação da tecnologia evidenciou a importância do Ensino, Pesquisa e Extensão<sup>4</sup> para construção do conhecimento de todos os envolvidos. Assim, a extensão possibilitou o contato e diálogo com os assentados que se encontravam em uma situação ambiental e social vulnerável; a pesquisa propiciou maneiras para solucionar os problemas enfrentados pelos moradores da residência; e o ensino esteve presente em todos os momentos, desde a concepção até a aplicação do sistema de tratamento, promovendo o aprendizado a todos – alunos e alunas, moradores e demais participantes – sobre saneamento rural e tecnologia social.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com análise do diagnóstico e conversas entre os membros do grupo, foi possível selecionar o lote do assentamento que, por aspectos ambientais, econômicos e sociais, necessitava de soluções para saneamento, no caso, tratamento do esgoto sanitário. Assim, pelo levantamento bibliográfico e diálogo com os moradores, foi projetado e implantado o tanque séptico seguido de filtro anaeróbio e zona de raízes para tratar as águas negras da residência.

A aplicação em formato de oficina serviu como ferramenta de educação ambiental para todos os envolvidos no projeto, membros do grupo, assentados do lote e participantes, para promover o debate sobre as temáticas de saneamento rural, tecnologia social, assentamentos de reforma agrária e inclusão social.

Evidencia-se a necessidade do monitoramento do sistema, por parte dos usuários e pelo meio universitário, a fim de manter o devido funcionamento da tecnologia e constatar a eficiência de tratamento obtida, por meio de testes e experimentos.

Este projeto visou contribuir para formação pessoal, acadêmica e coletiva dos envolvidos, retratando o tema saneamento rural pela perspectiva do assentamento Nova São Carlos. Assim, buscou fortalecer a relação entre a Universidade com a zona rural de São Carlos, incentivando projetos e pesquisas em comunidades vulneráveis, com intuito de gerar materiais bibliográficos os quais podem servir de base e suporte às políticas públicas de saneamento básico para as zonas rurais.

## NOTAS

<sup>1</sup> Utiliza-se a definição de Jordão e Pessoa (1975): “Quando ocorre a presença de substâncias tóxicas ou de organismos patogênicos oferecendo risco à saúde da população”.

<sup>2</sup> Entende-se Tecnologia social pela definição segundo Instituto de Tecnologia Social (ITS, 2004): “um conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhorias das condições de vida”

<sup>3</sup> Definido por Dagnino (2002) como “aquela que busca adequar a tecnologia convencional (e, inclusive, conceber alternativas) adotando critérios suplementares aos técnico-econômicos usuais e aplicando-os a processos de produção e circulação de mercadorias visando a otimizar suas implicações”, porém com aditivos realizados no mesmo estudo.

<sup>4</sup> Ensino, Pesquisa e Extensão dão sustento às universidades brasileiras, amparados pela lei (Art. 207 da CF de 1988) e, segundo Moite e Andrade (2009), estes 3 pilares nos quais a universidade se apoia, auxiliam a instituição a exercer sua função ética, política e social para com a sociedade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação; 1997
2. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, 1993.
3. BERNARDINO, Neuza Fujiko (2013). Assentamento Comunidade Agrária Nova São Carlos: levantamento florístico e ambiental para análise do potencial para meliponicultura - São Carlos/SP. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.
4. BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988
5. BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.
6. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional Secretaria Nacional de Saneamento. Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB de março de 2019. Disponível em: [https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos\\_PDF/plansab/Versaoatualizada07mar2019\\_consultapublica.pdf](https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/plansab/Versaoatualizada07mar2019_consultapublica.pdf). Acesso em 19/04/2020.
7. BUGELLI, Camila Barcellos; FELÍCIO, Júlia Dedini. Saneamento rural: a experiência da implementação de uma tecnologia de saneamento no Assentamento Nova São Carlos (São Carlos-SP). Revista Tecnologia e Sociedade, Curitiba, v. 15, n. 35, p. 78-91, jan./abr. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rt/article/view/7698>>. Acesso em: 19/04/2020.
8. CARVALHO, Gabriela de Souza. Identificação e análise dos elementos essenciais da rede institucional de suporte à promoção do saneamento básico nos assentamentos rurais: estudo de caso do Projeto de



- Assentamento Comunidade Agrária Nova São Carlos (São Carlos - SP). 2016. Trabalho de Graduação - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.
9. CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. Reatores anaeróbios. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 380 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.5).
  10. DAGNINO, Renato. Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2014, 318 p. ISBN 978-85-7879-327-2. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>
  11. DAGNINO, Renato. Em direção a uma Estratégia para a redução da pobreza: a Economia Solidária e a Adequação Sócio-técnica. Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2002.
  12. DE MARQUE, Mário Berni; FANTIN, Marcel. Implementação de tecnologia de saneamento rural no assentamento Nova São Carlos, São Carlos - SP. In Resumos. São Carlos: IAU/USP. Recuperado de [https://www.iau.usp.br/pesquisa/images/Informativo/Caderno\\_26\\_SIICUSP\\_IAU.pdf](https://www.iau.usp.br/pesquisa/images/Informativo/Caderno_26_SIICUSP_IAU.pdf). 2018.
  13. DEL PORTO, David; STEINFELD, Carol. The composting toilet system book: a practical guide to choosing, planning and maintaining composting toilet systems. Massachusetts. The Center for Ecological Pollution Prevention, 2000. 235 p.
  14. FERNANDES, José Wanderson de Andrade; NETO, Renato Américo Araujo; FARIAS, Joelmir José Albuquerque; AMORIM, Ranieri Carlos Ferreira. QUANTITATIVO DE ÁGUAS CINZAS E NEGRAS EM BANHEIROS DE UM CENTRO UNIVERSITÁRIO EM MACEIÓ-ALAGOAS. Revista Engenharia e Tecnologia Aplicada-UNG-Ser, 2(1), 5-8. 2019
  15. FORESTI, Eugênio. Tratamento de esgoto. Org. CALIJURI, Maria do Carmo; CUNHA, Davi Gasparini Fernandes. Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. 2013.
  16. FORESTI, Eugênio; ZAIAT, Marcelo; VALLERO, Marcus Vinicius Guerini. Anaerobic Processes as the Core Technology for Sustainable Domestic Wastewater Treatment: Consolidated Applications, New Trends, Perspectives, and Challenges. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 5(1), 3–19. 2006. doi:10.1007/s11157-005-4630-9
  17. GALBIATI, Adriana Farina. Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração. 2009. Campos Grande. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.
  18. GOMES, Bianca Graziella Lento Araujo. Tratamento de esgoto de pequena comunidade utilizando tanque séptico, filtro anaeróbio e filtro de areia. 2015. 1 recurso online (138 p.). Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258423>>. Acesso em: 18/04/2020
  19. GONÇALVES, Ricardo Franci et al. Desinfecção de Efluentes Sanitários. Vitória: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (Abes), 2003. p 435
  20. HELLER, Léo. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. Ciência & Saúde Coletiva, v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998.
  21. GONÇALVES, Ricardo Franci et al. Caracterização e Tratamento de diferentes tipos de águas residuárias de origem residencial após segregação. AIDIS-Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. SecciónUruguay. Rescatando Antiguos Principios para os Nuevos Desafíos Del Milenio. Monte video, p. 1-10, 2006.
  22. HOLGADO-SILVA, Heloiza Cristina et al. A qualidade do saneamento ambiental no Assentamento Rural Amparo no município de Dourado-MS. Sociedade & Natureza, [s.l.], v. 26, n. 3, p.535-545, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1982-451320140311>>. Acesso em: 19/04/2020
  23. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio – Síntese dos Indicadores. Rio de Janeiro: IBGE. 2015.
  24. INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (ITS). Reflexões sobre a construção do conceito de tecnologia social. In: DE PAULO, A. et al. Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004.
  25. TABARIN, Isadora Andrade; FANTIN, Marcel. Estudos e aplicações de metodologias para o Diagnóstico Socioambiental do Assentamento Nova São Carlos - São Carlos (SP) - Segunda edição: etapa qualitativa. Relatório final do Programa Unificado de Bolsas da USP (PUB), 2018.
  26. JABRI, Khaoula Masmoudi; NOLDE, Erwin; CIROTH, Andreas.; BOUSSELMI, Latifa. Life cycle assessment of a decentralized greywater treatment alternative for non-potable reuse application.

- International journal of environmental science and technology, 17, 433-444. 2020. doi: 10.1007/s13762-019-02511-3
27. JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. Tratamento de esgotos domésticos. Cetesb, 1975.
  28. LIBRALATO, Giovanni; GHIRARDINI, Annamaria Volpi; AVEZZÙ, Francesco. To centralize or to decentralize: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management. *Journal of Environmental Management* v. 94, p. 61- 68. 2012.
  29. LOTFI, Pedro Carlos Sztajn. Avaliação preliminar da eficiência de fossas biodigestoras no tratamento de esgoto unidomiciliar – Assentamento Nova São Carlos e Santa Helena, São Carlos (SP). 2016. 79 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.
  30. MANARIOTIS, Ioannis; GRIGOROPOULOS, Sotirios. Municipal-Wastewater Treatment Using Upflow-Anaerobic Filters. *Water Environment Research*, 78: 233-242. 2006. doi:10.2175/106143005X90029
  31. MELO, Mikhael Rangel de Souza. Estratégias de aplicação de efluente de água cinza no cultivo do girassol ornamental. 2018. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.
  32. METCALF, Leonard; EDDY, Harrison. Tratamento de efluentes e recuperação de recursos. Tradução: Ivanildo Hespanhol, José Carlos Mierzwa. 5ª ed. Porto Alegre: AMGH. 2016.
  33. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO - MDA; INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – Inkra. SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO. Relatório de Gestão do Exercício de 2009. Disponível em: <http://www.inkra.gov.br/sites/default/files/uploads/servicos/publicacoes/relatorios/relatoriosde-gestao/2014/sr08-sp.pdf> Acesso em 20/04/2020.
  34. MOITA, Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro; ANDRADE, Fernando César Bezerra de. Ensino-pesquisa-extensão: um exercício de indissociabilidade na pós-graduação. *Rev. Bras. Educ.*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 41, p. 269-280, Aug. 2009. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-24782009000200006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782009000200006&lng=en&nrm=iso)>. acesso em 07 de maio de 2020. DOI: 10.1590/S1413-24782009000200006.
  35. MURTHA, Ney Albert; CASTRO, José Esteban; HELLER, Léo. Uma perspectiva histórica das primeiras políticas públicas de saneamento e de recursos hídricos no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, 18(3), 193-210. 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1047V1832015>
  36. NUÑEZ, Lidia; MOLINARI, Claudia; PAZ, Marta; TORNELLO, Carina; MANTOVANO, Julián; MORETTON, Juan. Análisis de riesgo sanitario en aguas grises de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 30(4), 341-350. 2014.
  37. OLIVEIRA JÚNIOR, José Lima. Tratamento descentralizado de águas residuárias domésticas: uma estratégia de inclusão social. LIRA, WS., and C NDIDO, GA., orgs. *Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa*. Campina Grande: EDUEPB, p. 213-232, 2013.
  38. OTTERPOHL, Ralf. Black, brown, yellow, grey - the new colors of sanitation. *Water* 21. p37-41, out. 2001.
  39. PALMQUIST, Helena; HANÆUS, Jörgen. Hazardous substances in separately collected grey-and blackwater from ordinary Swedish households. *Science of the Total Environment*, v. 348, n. 1-3, p. 151-163, 2005.
  40. PERRIN, Anaís Guéguen; FERREIRA, Thiago Lopes. Casa Suindara: formação, experimentação e construção no habitat rural. Paranoá: *Cadernos De Arquitetura E Urbanismo*, (17). 2017. <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n17.2016.09>
  41. PILZ, Silvio Edmundo; SATTLER, Miguel Aloysio. Banheiros compostáveis: uma solução mais sustentável evitando a geração de águas negras. In: Congresso brasileiro de ciência e tecnologia em resíduos e desenvolvimento sustentável. Anais... Costão do Santinho–Florianópolis–Santa Catarina. 2004.
  42. REBOUÇAS, Thais. Cardinali; BIANCHI, Gabriela; GONÇALVES, Ricardo Franci. Caracterização de águas residuárias de origem residencial. In: Conferência Internacional em Saneamento Sustentável: Segurança alimentar e hídrica para a América Latina, Fortaleza. 2007.
  43. RODRIGUES, Ivete; BARBIERI, José Carlos. A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 42, n. 6, p. 1069-1094, Dec. 2008. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-76122008000600003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122008000600003&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 20 Abr 2020. <https://doi.org/10.1590/S0034-76122008000600003>.


44. SOUZA, Marcos José; FERNANDES, Elaine; CARVALHO, Lucas Vitor. Determinantes estruturales en la difusión de las patologías del agua en Brasil. *Problemas del Desarrollo*. Volume 45, Issue 179. 2014. Pages 117-136. ISSN 0301-7036. [https://doi.org/10.1016/S0301-7036\(14\)70143-9](https://doi.org/10.1016/S0301-7036(14)70143-9).
45. SOUZA-ESQUERDO, Vanilde Ferreira; BERGAMASCO, Sonia Maria Pessoa Pereira. Reforma Agrária e Assentamentos Rurais: perspectivas e desafios. In: V Jornade Estudos em Assentamentos Rurais. Campinas, SP, 2011. Disponível em: <[http://transformatoriomargaridas.org.br/sistema/wp-content/uploads/2015/02/1406231456wpdm\\_Texto-REFORMA-AGR%C3%81RIA-E-ASSENTAMENTOS-RURAI-PERSPECTIVAS-E-DESAFIOS-.pdf](http://transformatoriomargaridas.org.br/sistema/wp-content/uploads/2015/02/1406231456wpdm_Texto-REFORMA-AGR%C3%81RIA-E-ASSENTAMENTOS-RURAI-PERSPECTIVAS-E-DESAFIOS-.pdf)> acessado em: 23/04/2020
46. TAVER, Ligia Cristina; VARISON, Leticia Rabelo; MONTAÑO, Marcelo. Diagnóstico do Assentamento Comunidade Agrária Nova São Carlos e Região (ACASCAR). Relatório final do Programa Unificado de Bolsas da USP (PUB), 2017.
47. FERRANTE, Vera Lucia Silveira Botta; WHITAKER, Dulce Consuelo Andreatta. *Revista do Núcleo de Pesquisa e Documentação Rural (Nupedor) - Retratos de Assentamentos*. Vol.16. Nº02. 2013
48. VIANNA, Thomás Corrêa; MESQUITA, Tayane Cristiele Rodrigues; ROSA, André Pereira. Panorama do emprego de tanques sépticos e filtros anaeróbios no tratamento descentralizado de efluentes no Sudeste brasileiro. Edição especial saneamento rural, p. 157, 2019.
49. VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG, 1996.

## APÊNDICE

### Apêndice 1: Cartilha da oficina

**Cartilha**

**Tanque séptico, filtro anaeróbio e zona de raízes**



1

**1) GEISA**  
O GEISA, Grupo de Estudo e Intervenções Socioambientais, nasceu dos estudantes da Engenharia Ambiental, da Universidade de São Paulo. Os estudantes sentiam falta de debates acerca de tópicos não abordados pelas matérias, porém totalmente ligados à área. Vendo essa necessidade, os alunos formaram, em 2009, um grupo para discutir esses temas.  
Atualmente atuamos em quatro principais áreas, sendo elas: Educação ambiental popular, tecnologias sociais que abrangem áreas de saneamento rural, bioconstrução e compostagem.  
Nossos apoios institucionais e financeiros ainda não estão totalmente estabelecidos e muitas vezes arrecadamos verba através de doações e venda de produtos.

**2) Educação ambiental**  
Buscamos que a cartilha componha explicações e debates simples sobre a realidade no assentamento e sobre a importância de tecnologias sociais. Além de uma forma interativa do passo-a-passo da construção do tanque de séptico para que a tecnologia possa ser replicada e estudada, acompanhando sua montagem e seu funcionamento.

**3) Assentamento Nova São Carlos**  
Não há maneira melhor de se conhecer a dinâmica do assentamento do que visitá-lo, pois são muitas as histórias que não cabem em um pequeno texto de cartilha mas que são fundamentais na compreensão da complexidade da área rural enquanto local de conflitos, dificuldades, preconceitos, resistência, amor e, sobretudo, vida. A contribuição dessa cartilha se dá no resgate de alguns momentos, dados e percepções do grupo no seu tempo de contato com o assentamento.  
O assentamento Nova São Carlos se localiza na rodovia municipal Domingos Innocentini, estrada que liga São Carlos ao CRHEA (Centro de recursos hídricos e estudos ambientais) da USP - São Carlos. A área total do assentamento é de aproximadamente 100 ha, e a parcela destinada à ocupação foi dividida em lotes que variam de 5,1 a 7 ha, sendo que 3,8 ha foram reservados à área comunitária. A população é de 82 famílias, em sua maioria oriundas de São Carlos (BERNARDINO, 2013).  
Até o momento em que a área foi declarada como assentamento, em julho de 2008, o seu histórico de uso era silvicultura de eucalipto, e, até os dias atuais observa-se que muitas famílias ainda são prejudicadas por terem cepas ou toco de eucalipto presentes em seus lotes, o que dificulta e por vezes inviabiliza a produção agrícola. Além disso, a área está dentro da bacia hidrográfica do Ribeirão Feijão, que possui características de solo arenoso e pouco fértil para a agricultura. Sendo assim, além de estar em uma região naturalmente menos propícia a plantação, o local sofre com a presença das externalidades negativas de antigas monoculturas de eucalipto que degradam o solo.  
Além disso, existe um problema de falta de água no assentamento, em parte explicada pelo difícil acesso aos poços do INCRA, estando um, inclusive, desativado. Tal fato, somado à constatação do solo ser pouco produtivo, impede ainda mais a produção agrícola. Nesse sentido, tal produção não é realizada para venda e tampouco serve à subsistência das famílias, visto que os assentados quase em sua totalidade dependem de recursos obtidos de empregos, muitas vezes, temporários e marginalizados, que desempenham na área urbana.



2

Essa situação é recorrente nacionalmente nos assentamentos rurais. A existência desses entraves à produção, como no caso do Nova São Carlos, demonstra que o acesso a terra não necessariamente garante a produtividade e o pleno acesso a outros direitos sociais, econômicos e políticos, tais como ausência de sistemas de saneamento básico, dificuldade de produção agrícola, baixo potencial de investimentos e acesso a linhas de financiamento, baixa escolaridade e obstáculos para o acesso à educação.

#### 4) Saneamento Rural

A ausência de serviços de saneamento básico em algumas regiões do Brasil ainda é realidade para muitas famílias, em especial na Zona Rural. Dificuldades com abastecimento de água, falta de tratamento de esgotos e disposição inadequada de resíduos colocam em risco a saúde pública, principalmente devido a disseminação de doenças por veiculação hídrica.

Para a rede de esgoto atingir as áreas afastadas, como as rurais, o custo é alto e o interesse é pouco, por isso essas áreas são as que se encontram em situação de maior defasagem em termos percentuais. Cerca de 96% dos 29.829.995 brasileiros que habitam a área rural não possuem coleta de esgoto (IBGE, 2010). Essa situação é agravada pelo fato de 38% das pessoas não possuírem sanitários em suas residências e cerca de 50% fazerem uso de fossas negras (BRASIL, 2003).

Nesse contexto, destaca-se que a Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal no. 11.445, de 5 de janeiro de 2007) tem como meta a universalização do saneamento básico, e estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, que, em São Carlos, resultou na elaboração do Plano Municipal de Saneamento de 2012 (COSTA, 2014).

No Plano Municipal de Saneamento de São Carlos consta a caracterização geral do município de São Carlos e o diagnóstico dos serviços gerais de saneamento. No entanto, a zona rural do município não é abordada e, consequentemente, não é enquadrada nos seus programas e metas. Essa situação de invisibilidade reforça os obstáculos para a garantia dos direitos básicos.

Dessa forma, é também responsabilidade da Universidade dar visibilidade para o contexto rural, com proposições de soluções técnicas, debates e discussões, de forma participativa e inclusiva. Sabendo que estes locais apresentam uma diversidade sociocultural, faz-se necessário o estudo de tecnologias sociais que respeitem o modo de vida da população em questão.

#### 5) Tecnologia social - Tanque séptico, filtro anaeróbio e zona de raízes

A tecnologia proposta pelo grupo deriva de um tratamento séptico, com utilização de armazenadores de esgoto para o tratamento do mesmo, levando em consideração o custo para o desenvolvimento da tecnologia, a facilidade de implantação e aplicabilidade do projeto no lote.

Esta tecnologia de saneamento alternativo consiste em tratar as águas negras em um tanque séptico seguido de um tanque com filtro anaeróbio (fibra de coco, brita ou entulho) que pode reter de 60 a 95% da matéria orgânica presente no esgoto. A água tratada vai para uma zona no solo com plantas que necessitam de muita água para sua manutenção (ex: bananeiras, inhame e taioba).

3

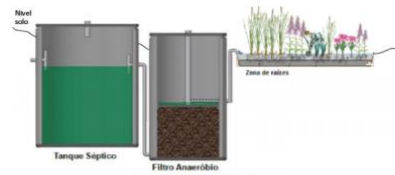


Figura 1: Esquema da tecnologia

#### 5.1) Dimensionamento da tecnologia

Para o dimensionamento da fossa séptica, os cálculos foram baseados nos estudos da Gomes (2015), que estão representados a seguir:

$$V = 1000 + N(CT + K LF)$$

Onde,

V= Volume útil (Litros)

N = número de pessoas.

C= contribuição de despejos.

T = taxa de detenção.

K = taxa de acumulação de lodo.

LF = contribuição de lodo fresco.

4

O cenário utilizado para o dimensionamento da tecnologia está na Tabela 1. A família possui 4 membros, mas N utilizado é 6 pensando em eventuais visitas ou mesmo o crescimento da família. O volume ideal do tanque séptico é de 1.823 litros, portanto o recipiente a ser utilizado será a caixa d'água de 2.000 litros. A manutenção e limpeza da tecnologia deverá ser feita a cada 1 ano

Tabela 1

Variáveis	Valor
N = número de pessoas.	6
C= contribuição de despejos em litros por pessoa, por dia.	60
T = taxa de detenção em dias	2
K = taxa de acumulação de lodo em dias <sup>-1</sup> .	57
LF = contribuição de lodo fresco em litros por pessoa por dia.	0,3

Para o dimensionamento do filtro anaeróbio, foram utilizados os seguintes cálculos:

$$V = 1,6 \cdot N \cdot C \cdot T$$

Onde,

V= Volume útil (Litros)

N = número de pessoas.

C= contribuição de despejos.

T = taxa de detenção.

A caixa d'água utilizada será de 1.000 L, pois este valor é bem próximo ao ideal. O volume é preenchido pela brita, ou casca de coco, é de 500 litros.

Os custos aproximados da aplicação da tecnologia estão na tabela 2.

5

Tabela 2 - Cotação materiais

Material	Preço em unidade (reais)	Quantidade
Tubo de PVC 100mm	8	26 metros
Joelhos de 45 e 90 de PVC de 100mm	12	8
Tubo de PVC 25mm	8	4
Cola para PVC	20	2
Conexão Y	19	1
Flange 25mm	20	2
Silicone para vedação	12	1
Luvas PVC	24	4
Tambinha	4	2
Entulho	Doação	1 m <sup>3</sup>
Mudas de bananeira	-	3
Mudas de Taioba	-	3
Caixa d'água 2000L	600	1
Caixa d'água 1000L	500	1
<b>Custo total</b>	<b>1651 reais</b>	

Assim, buscamos promover o contato entre a comunidade do assentamento e os estudantes, trocando ideias e conversas para que um ajude o outro na construção e aplicação do conhecimento.

