

# SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA: REUSO DA ÁGUA DO TRATAMENTO DE ESGOTO PARA IRRIGAÇÃO ATRAVÉS DO CARNEIRO HIDRÁULICO

João Felipe Aguiar<sup>1</sup>

Cassio Sasse dos Santos<sup>2</sup>

**Resumo:** Com o problema de escassez de água e da poluição de recursos naturais, surge a necessidade de formas alternativas para reaproveitar a água após seu uso. E uma fonte de reutilização, está na água de esgotos tratado, onde a mesma pode ser lançada sem perigo ao meio ambiente ou reutilizada para outros fins. Também a necessidade de gerar energia renovável e não poluente oque também implica na realização desse projeto. O setor rural sofre cada vez mais com o fornecimento limitado de energia e os altos custos de adquirir e manter equipamentos em perfeito estado de funcionamento. Para isto, existem equipamentos simples, mas de grande utilidade que fornece uma alternativa eficaz para contornar esses problemas, como a construção do carneiro hidráulico, através de materiais simples encontrados no cotidiano. Assim, este trabalho teve como objetivo o estudo e implantação de um sistema de irrigação reutilizando a água do esgoto tratado e associado a um carneiro hidráulico de baixo custo com a finalidade de realizar o bombeamento de água, sem o consumo de energia elétrica ou combustível fóssil.

**Palavras chaves:** Reuso; Esgoto; Água; Carneiro Hidráulico; Sustentabilidade; Meio Ambiente;

## 1.Introdução

A água foi por muito tempo considerada pela humanidade como um recurso inesgotável. As alterações climáticas, associadas ao crescimento populacional e ao descaso do humano, tem acelerado a redução da disponibilidade de água em determinadas regiões.

Se pensarmos em processos de produção, seja ele alimentar ou industrial, o uso da água é muito elevado. A agricultura, por exemplo, especialmente a agricultura brasileira, que possui uma grande importância

---

<sup>1</sup> (Autor) Técnico Agrícola; Tecnólogo em Agronegócio; Colaborador da empresa Ação Consultoria Ambiental, prestadora de serviço ambiental ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Júlio de Castilhos - Rio Grande do Sul.

<sup>2</sup> (Coautor) Técnico Administrativo e Coordenador de Infraestrutura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Júlio de Castilhos - Rio Grande do Sul.

econômica para o país e para o mundo na exportação de diversos tipos de commodities. Por mais que seja economicamente importante, a agricultura consome muitos recursos naturais para sua existência e desenvolvimento, principalmente água potável.

Outra preocupação também é o consumo de energias não renováveis muitas vezes associadas a necessidades para as práticas de produção, o que causa um gasto economicamente desnecessário, quando se tem alternativas de custo zero.

Todavia, ao mesmo tempo em que o planeta passa por uma crise em função da utilização ininterrupta de seus recursos naturais, uma prática sustentável que tende a diminuir esse problema, é o reciclo e reuso da água, ao invés de descartá-la diretamente no meio ambiente. E é nesse contexto que a reutilização da água de esgoto torna-se uma prática sustentável viável para muitos processos, e que associada a outras formas de produção, tornam a atividade economicamente sustentável.

E é neste contexto que o objetivo geral desse projeto é mostrar um modelo de irrigação, reutilização a água do esgoto tratado e como forma de bombeamento da mesma, um carneiro hidráulico artesanal como fonte de energia.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo Geral**

O objetivo geral desse projeto é implantar um sistema de irrigação reutilizando a água do esgoto tratado, utilizando uma forma sustentável e econômica.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Reuso da água do esgoto tratado;
- Irrigação da grama plantada na estação;

- Utilização do “carneiro hidráulico” como forma de bombeamento da água da fonte até o local desejado, evitando o uso de energia elétrica ou combustível fóssil;
- Reciclagem de materiais de descarte;
- Apresentar alternativa para o bombeamento de água;
- Apresentar tecnologia social de baixo custo;
- Equipamento de mínimo impacto ambiental;
- Ser autossustentável;
- Divulgar o projeto;
- Promover a educação ambiental.

### **3. Justificativa**

Tendo em vista o consumo abundante de água como forma de irrigação, o interesse por esse projeto surgiu mediante as disponibilidades de implantar um sistema de irrigação, onde a água utilizada é um recurso sustentável, proveniente do tratamento de esgoto, e associado a isso, implantar também um sistema de irrigação, utilizando um carneiro hidráulico, como forma de energia para bombeamento da água. Por isso a problemática surgiu na seguinte pergunta: Pode-se reutilizar a água do esgoto tratado para irrigação, de forma economicamente sustentável? E como fazer isso?

O projeto foi implantado pelo autor e colaborador da empresa Ação Consultoria Ambiental, que presta serviços terceirizados na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFar), localizado no município de Júlio de Castilhos, região central do Rio Grande do Sul, tendo como coautor o servidor do campus Cássio Sasse dos Santos.

A ETE do IFFar, recebe o esgoto sanitário do Instituto, onde o mesmo passa por tratamento através do sistema e o transforma em água tratada, que pode ser devolvida sem risco ao meio ambiente ou reutilizada para alguns fins

não potáveis. A qualidade da água tratada pelo sistema propicia o seu reuso em inúmeras aplicações não potáveis, tais como: Irrigação de jardins e lavagem de objetos ou outros locais.

A água após tratada passa por análises físicas químicas, primeiramente internas, na própria ETE, analisando alguns parâmetros exigidos por lei para seu descarte no meio ambiente. Depois, segue para análise laboratorial, onde, outros parâmetros são analisados.

O sistema de irrigação implantado no projeto, tende a atender uma área plantada de grama de jardim, na própria estação.

#### **4.Referencial Teórico**

##### **4.1. O Sistema de Tratamento**

O artigo 3º da Resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA diz que:

*“Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.”*

O sistema de tratamento do IFFar, é constituído de fases, ou seja, cada processo atende uma parte do tratamento do resíduo. A primeira etapa consiste no sistema de gradeamento, que é um dispositivo de filtragem preliminar, composto por barras circulares. É fabricada em Plástico Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV), material adequado para suportar os impactos e esforços que nelas serão exercidos, além de possíveis acúmulos de sólidos retidos, permitindo o fluxo normal do esgoto entre seus vãos e retendo os sólidos grosseiros.

A segunda etapa acontece na estação elevatória do esgoto, nessa parte do processo, acontece o transporte do esgoto de um tanque de recebimento,

composto por duas boias de nível e duas bombas de sucção, as boias ajustadas em seu nível mínimo, acionam as bombas que fazem o trabalho de transporte do mesmo até a próxima etapa do tratamento.

Na terceira fase do tratamento, também chamada de etapa anaeróbia, está localizado o reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), onde o esgoto proveniente da estação elevatória é recebido, ou seja, onde se dá início ao processo de tratamento; sua principal função é digerir a matéria orgânica presente no esgoto. Nesta etapa o reator funciona também como um decantador primário retendo grande parte dos sólidos não digeríveis pelos microrganismos. Desde o início da degradação da matéria orgânica complexa até os produtos finais existe uma correlação entre as várias espécies de bactérias, atuando sequencialmente e simultaneamente, ou seja, os produtos de degradação são os substratos para uma etapa seguinte. Todas as reações envolvidas ocorrem concomitantemente e de forma equilibrada. A etapa anaeróbia é responsável por até 60% da remoção de matéria orgânica do efluente.

Na quarta parte do processo de tratamento do efluente, também chamada de etapa aeróbia, acontece a filtração, onde os Filtros Aerados Submersos (FAS) ou Biofiltros Submersos, que tem seu desenvolvimento mais recente, tendo surgido na década de 80, realizam a filtração biológica aerada, em partes semelhantes aos filtros biológicos clássicos por ocorrer uma percolação com eliminação biológica dos poluentes, e em parte semelhante aos filtros rápidos clássicos usados em tratamento de água, por ocorrer um processo de filtração física com retenção de partículas sólidas, e remoção do material retido.

A etapa aeróbia possui microrganismos responsáveis por degradar o restante da matéria orgânica proveniente da etapa anaeróbia, com o uso do oxigênio molecular,  $O_2$ . A microfauna existente nesta etapa é composta por protozoários, leveduras, fungos, micrometazoários e principalmente por bactérias.

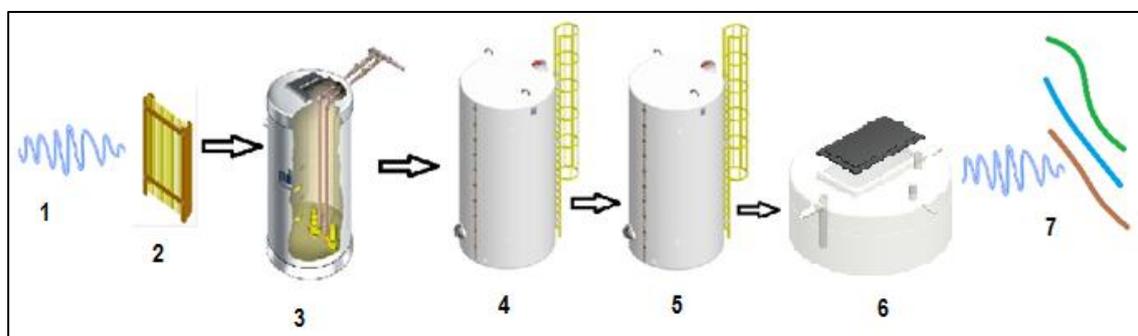
Nesta etapa do tratamento do tanque existem aeradores (difusores de ar) que são responsáveis pela formação de micro bolhas de ar, as quais

percorrem o meio suporte onde estão fixados os microrganismos responsáveis pela retirada dos poluentes do esgoto (degradação).

Na última e não menos importante do tratamento, acontece a desinfecção, que é constituída por um tanque de contato, ou tanque de desinfecção, que é fabricado em PRFV e faz parte do processo de pós-tratamento do efluente, tendo como função básica promover a desinfecção do efluente através de um reagente à base de Hipoclorito de Sódio (solução líquida).

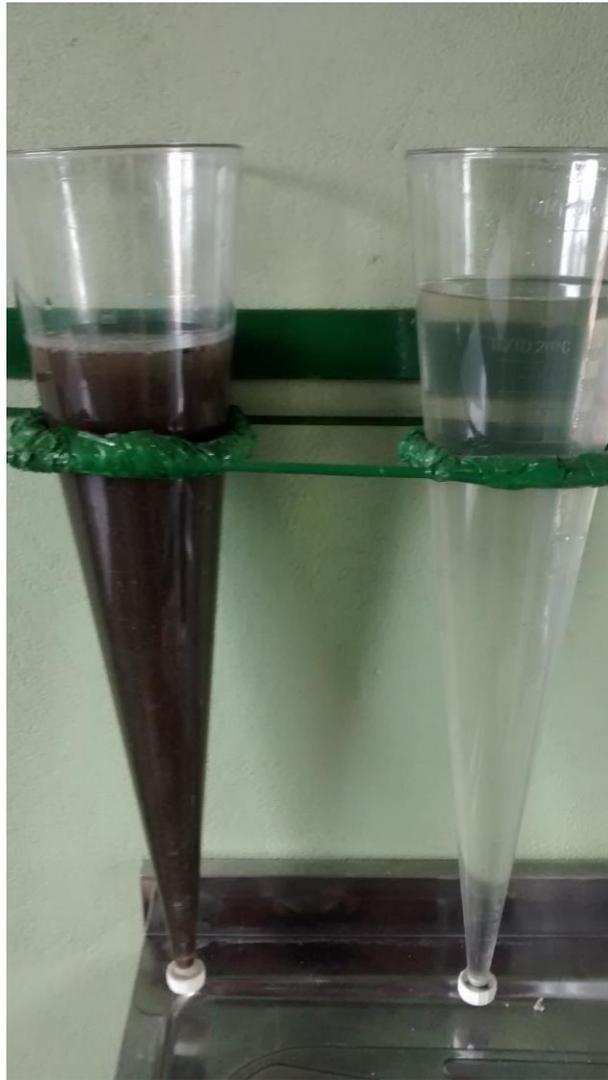
A unidade recebe o efluente depois de tratado e, em seu interior, reage em contato com o hipoclorito. Este hipoclorito se encontra armazenado em um reservatório, junto a uma bomba, que é a responsável por dosar o mesmo no efluente.

**Figura 1:** Desenho ilustrativo do Sistema de Tratamento de Efluentes do I.F.Far, desde a entrada do efluente, passando por todas as etapas até ser descartado no meio ambiente. (Fonte: Autor)



- 1- Esgoto sem tratamento;
- 2- Gradeamento;
- 3- Estação elevatória (transporte);
- 4- Etapa Anaeróbia;
- 5- Etapa Aeróbia;
- 6- Desinfecção;
- 7- Água tratada devolvida ao meio ambiente;

**Figura 2:** Esgoto não tratado e água após o tratamento (Fonte: Autor)



#### **4.2. O Sistema de Irrigação**

Diante do cenário de disponibilidade e competição pelos recursos hídricos pelos diferentes setores da sociedade, a gestão do uso da água pela irrigação racional, econômica e ecologicamente sustentável é fundamental. Para tanto, todas as etapas envolvidas no processo têm importância, dentre elas: planejamento, projeto, seleção do método, instalação, operação e manutenção dos equipamentos no campo e o manejo da água. (PIRES et al, 2008).

O sistema de irrigação implantado no projeto deveria atender uma forma econômica e sustentável, uma por reutilizar a água de tratamento de esgoto, e outra através de maneira na qual não se utilizasse nenhum tipo de energia

elétrica ou combustível fóssil para que a água chegasse ao reservatório de irrigação.

#### **4.2.1. O Local**

O tanque de cloração, local de onde a água para irrigação está armazenada pós-tratamento, está localizada em uma área de nível mais baixo que a área onde foi plantada a grama, sendo assim, impossível de realizar uma irrigação por gravidade, utilizando o desnível do terreno como fator determinante. Foi preciso pensar em uma forma na qual essa água chegasse a esse ponto mais alto, para assim reutilizar o desnível como aliado para o projeto de irrigação.

#### **4.2.2. O “Carneiro Hidráulico”**

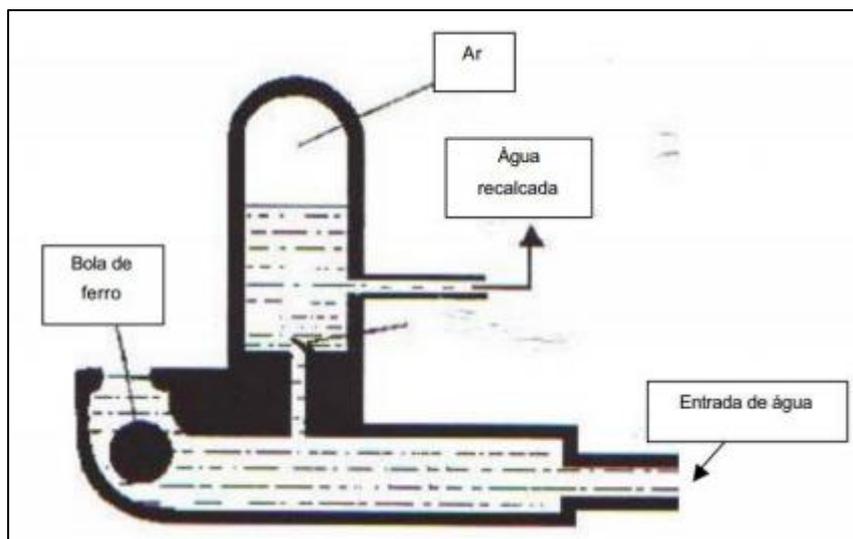
O carneiro hidráulico é uma bomba de recalque, porém funciona sem o uso de qualquer forma de energia externa.

De acordo com HORNE & NEWMAN (2005) o carneiro hidráulico apresenta, como vantagens, além da exclusão de fontes externas de energia, como os combustíveis derivados de petróleo ou energia elétrica, a manutenção e a operação simples, sem a necessidade de mão-de-obra qualificada. O custo de aquisição e/ou montagem relativamente baixos e a possibilidade de uso durante 24 h por dia recalçando água sem emissão de poluentes ou gases.

Segundo DENICULI (1992) *aput* ROJAS (2002), o carneiro hidráulico foi inventado pelos irmãos Montgolfier em 1796, atuando como uma máquina simples e eficaz quando se deseja elevar pequenas vazões. Seu rendimento depende principalmente da relação altura de queda do reservatório de alimentação até o carneiro e altura de elevação do aparelho (carneiro) ao reservatório superior.

No desenho original dos irmãos Montgolfier (Figura 2), o fluxo de água faz rolar a bola de ferro ao longo da tubulação e sobe a curva até bloquear a saída da água, ocasionando um incremento da pressão da água detrás da bola, o qual empurra a água através da válvula de um só sentido. Logo a pressão desce e a bola de ferro volta atrás, para ponto de início do ciclo.

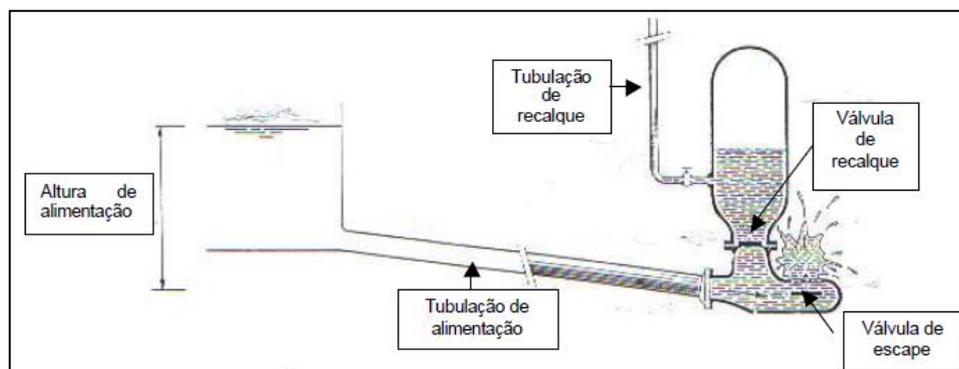
**Figura 3:** Modelo original do carneiro hidráulico proposto pelos irmãos Montgolfier (Fonte: Extraído de Zárate Rojas, 2002)



De acordo com YOUNG (1995), *apud* ZÁRATE ROJAS (2002), um sistema de bombeamento por carneiro consiste em um tanque elevado de alimentação, a tubulação de alimentação, o carneiro com as válvulas de escape e recalque, a câmara de ar e a tubulação de recalque. A função da câmara de ar é armazenar a água na pressão de recalque entre os golpes e absorver o choque do bombeamento.

VERSPUY et al (1993), apresenta o desenho esquemático do carneiro hidráulico. (Figura 3).

**Figura 4:** Esquema da instalação do carneiro hidráulico (Fonte: ZÁRATE ROJAS 2002)



Para montagem do carneiro hidráulico instalado na ETE do IFFar, foram realizadas algumas adaptações de acordo com orientações do projeto do carneiro hidráulico da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de

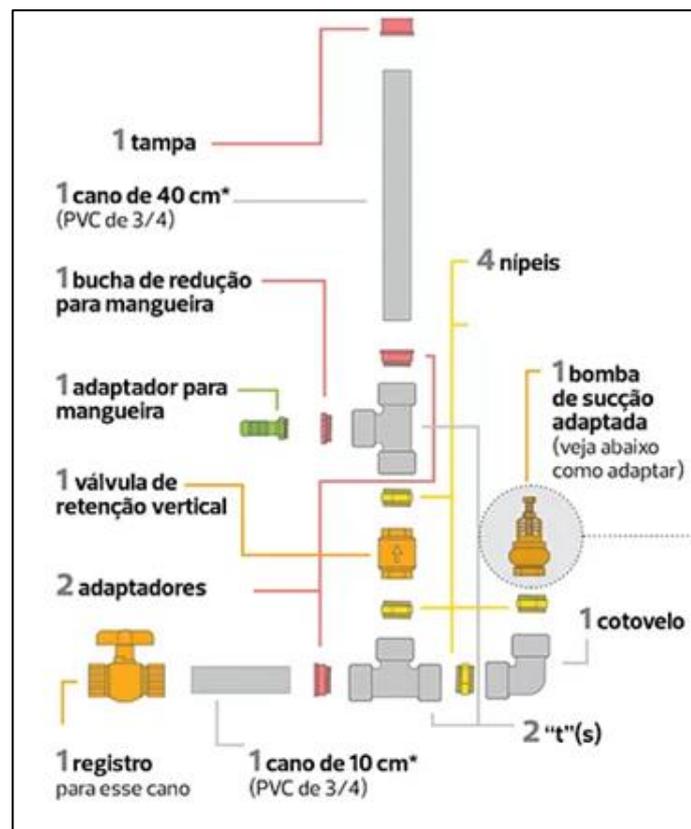
SC (Epagri), do qual é feito todo de materiais de PVC, tornando-o de baixo custo e de fácil aquisição dos materiais que o compõem.

Para o correto funcionamento do carneiro, é preciso seguir algumas recomendações de montagem e instalações. Deve ter uma declividade mínima para bom funcionamento do reservatório de água até o carneiro de 1,5m; Possuir uma distância mínima de 18 metros do reservatório até o carneiro, levando em consideração a declividade (no projeto foram usadas três barras de cano 32 mm); O reservatório deve ter uma reposição igual ou superior a que está saindo para manter o nível e estabilidade de funcionamento. Não deixar o carneiro funcionando sem utilidade. Fechar o registro;

No projeto implantado na estação, a distância da fonte de água tratada até o carneiro é de 18 metros e uma declividade de 2 metros de altura.

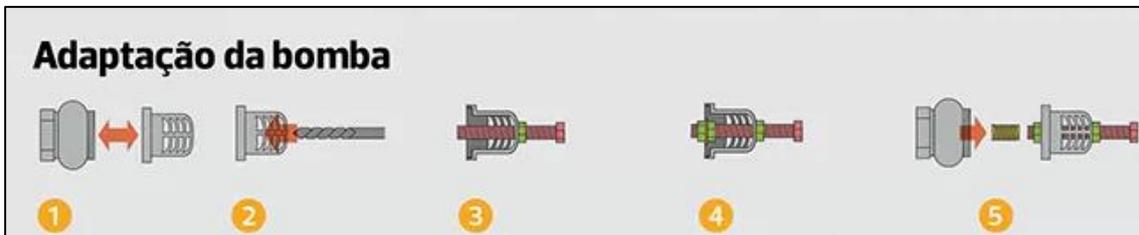
Para montagem do carneiro, serão necessárias conexões hidráulicas de PVC, encontradas em casas de materiais de construção.

**Figura 5:** Montagem do Carneiro Hidráulico modelo Epagri (Fonte: Filipe Borin/Ed. Globo)



Para o correto funcionamento do bombeamento através da válvula de escape ou sucção, foi necessário realizar algumas adaptações na válvula, como mostra a ilustração abaixo.

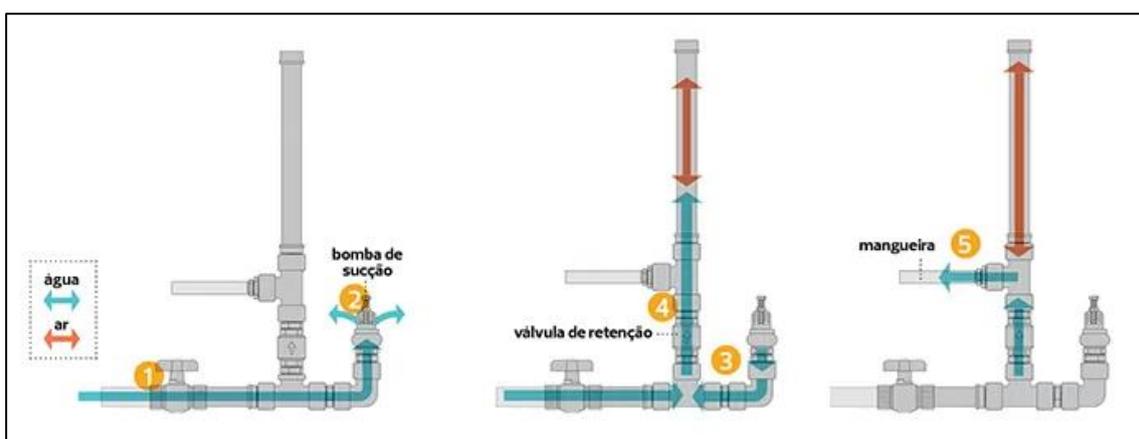
**Figura 6:** Adaptação da bomba (Fonte:Filipe Borin/Ed. Globo);



- 1 – Desrosque ar a válvula, separando em duas partes;
- 2 – Fazer um furo com uma broca 7,5 mm na tampa da peneira, depois fazer uma rosca utilizando o próprio parafuso 5/16;
- 3 – Adapte o parafuso 5/16 com uma porca também 5/16 antes da peneira;
- 4 – Colocam-se as outras duas porcas logo depois da peneira;
- 5 – Coloca se uma mola flexível de 3 cm na ponta do parafuso e rosquei novamente a outra parte da válvula;

O carneiro começa a funcionar assim que a água chegar dentro dele. A água entra no carneiro com a força da gravidade e aciona a tampa (ou martelo) da válvula de sucção, que a abre e fecha repetidas vezes, graças a mola (1). Quando a tampa abre, uma parte da água jorra para fora e volta para a natureza (2), quando ela fecha, a água tende a voltar com força e encontra a corrente que vem lá da fonte. Ai ela só tem um destino, subir pela válvula de retenção (3). Quando ela atravessa a válvula, a mesma se fecha, e o ar contido no cano (ou câmara de ar) acima dela, empurra a água (4). Ai então ela sai pela mangueira. A pressão é suficiente para subir e abastecer a caixa d'água (5), isso acontece porque esses movimentos são repetitivos.

**Figura 7:** Funcionamento do Carneiro Hidráulico (Fonte: Filipe Borin/Ed. Globo);



No projeto instalado, a distância em que se deseja levar a água bombeada é de 25 metros, até chegar a um reservatório de água (caixa d'água) de 1000 litros. Desse momento então, entra em operação o processo de irrigação por aspersão, através da declividade do terreno, utilizando 21 metros de canos de PVC de 25 mm, canos esses recicláveis de material descartado pela Instituição.

**Figura 8:** Carneiro instalado na ETE do IFFar – Campus Júlio de Castilhos (Fonte: Autor)



## 5. Metodologia

Almejando o objetivo proposto, o projeto deu-se de forma quantitativa por uma técnica de observação direta, através de testes que para MARCONI (et al, 2010), são instrumentos utilizados com a finalidade de obter dados que permitam medir o rendimento, a frequência, a capacidade ou a conduta de indivíduos, de forma quantitativa. Também buscou-se uma consulta bibliográfica que pudesse subsidiar quanto ao reuso da água e implantação de um sistema de irrigação econômico e que contribua com o meio ambiente.

## 6. Custos

Para a implantação do projeto o custo total segue descrito na tabela abaixo.

**Tabela 1:** Custo da montagem do carneiro e do sistema de irrigação

<b>Itens</b>	<b>Quantidade (Unid./m)</b>	<b>Valor Unitário (R\$)</b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
<i>Carneiro Hidráulico</i>			
Adaptador p/manga 1/2"	01	1,65	1,65
Tee Rig 3/4"	02	3,26	6,52
Nipel Rig 3/4"	04	1,43	5,72
Adaptador curto soldável 3/4"	01	0,62	0,62
Luva soldável 3/4"	20	0,90	18,00
Parafuso sextavado 5/16"	01	0,80	0,74
Porca Sextavada 5/16"	03	0,15	0,45
Válvula de Retenção poço	01	9,50	9,50
Válvula de Sucção poço 3/4"	01	9,50	9,50
Broca aço rápido 7,5 mm	01	14,40	14,40
Mola	01	1,20	1,20
Registro soldável 32 mm	01	8,90	8,90
Cola de cano PVC	01	2,50	2,50
 <i>Outros</i>			
Conjunto micro aspersor do tipo bailarina	08	2,65	21,20
Mangueira plástica de água 1/2"	30	2,50	75,00
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>175,90</b>

Fonte: Autor

Os canos utilizados para a irrigação foram reciclados do descarte do próprio Instituto. Os micro aspersores do tipo bailarina foram implantados por opção do autor, sendo que pode ser substituídos por outro equipamento ou forma de irrigação.

## 7. Resultados

O projeto implantando trouxe muitos resultados positivos:

- Demonstração do sistema de tratamento de esgoto que o Instituto utiliza, devolvendo ao meio ambiente o mesmo tratado, sem resíduos e sem risco de contaminação;
- Reutilização da água do esgoto tratado, possibilitando seu uso na irrigação ou até mesmo em outros fins.
- Irrigação da grama plantada na estação, independentemente de precipitação climática ou utilização da água potável do Instituto;
- Utilização do carneiro como forma de elevar essa água até o reservatório de irrigação, sem a necessidade de utilizar energia elétrica e/ou combustível fóssil;
- Reciclagem de canos de PVC que seriam descartados;
- Custo baixo na implantação do projeto;
- Apresenta duas formas sustentáveis de contribuir para o meio ambiente;
- Forma a ideia de uma produção economicamente sustentável;

## **8. Considerações Finais**

A aplicabilidade de uma sustentabilidade econômica demonstra um pro do objetivo proposto: implantação de um sistema de irrigação reutilizando a água do esgoto tratada como fonte e usando como forma de bombeamento um carneiro hidráulico artesanal construído a partir de materiais alternativos e de baixo custo financeiro. Também pensando em ponto positivo, o projeto demonstra a forma sustentável de produção, no caso de um gramado na ETE, mas se pensando em outros tipos de produção, esse sistema poderá contribuir com pequenos e médios produtores que desejam implantar um sistema de irrigação com baixo custo. Desta forma, o projeto apresentou duas formas sustentáveis de contribuição com o meio ambiente, resultando numa sustentabilidade econômica.

## 9. Referências

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430**. Maio de 2011. <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 11 de outubro de 2016.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de SC. **Carneiro Hidráulico** < <http://www.fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/pesquisar-tecnologias/detalhar-tecnologia-92.htm>> Acesso em 07 de outubro de 2016.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7ª ed. São Paulo – Atlas, 2010.

PIRES, Regina Célia de M; ARRUDA, Flávio B; SAKAI, Emílio; CALHEIROS, Rinaldo de O; BRUNINI, Orivaldo; **Agricultura Irrigada**. Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária. 2008.

ZARATE ROJAS, Ricardo Nicolás. **Modelagem, otimização, construção e avaliação de um protótipo de carneiro hidráulico**. Piracicaba, 2002. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.