

ÁGUA E SEUS DIVERSOS USOS: alternativas e inovações para economia por meio do reuso

Rodrigo Dall'Agnol (UTFPR) r.dallagnol@gmail.com
Flávia Vieira da Silva Medeiros (UTFPR) flaviavs@gmail.com
Flávia Aparecida Reitz Cardoso (UTFPR) flaviareitz@gmail.com

Resumo:

Atualmente, muito tem se falado sobre o cenário futuro da água potável no planeta. Especialistas alertam para o vertiginoso crescimento populacional e a falta de uma efetiva atuação para se preservar este bem tão valioso. Algumas regiões, já enfrentam escassez ou total falta de água adequada ao consumo humano. Apesar de existirem tentativas para se reverter esse quadro, até o presente momento as soluções mais efetivas tem sido a economia de água já tratada e ou a melhoria dos processos de tratamento. Assim sendo, no âmbito da pesquisa científica todas as iniciativas visando produzir métodos que auxiliem tal intento, são extremamente aconselháveis. O presente trabalho teve como objetivo ilustrar um panorama sobre obras acadêmicas e patentes de produto destinados ao processamento de água ou efluentes que buscam melhorar a qualidade ou a disponibilidade deste fluido imprescindível à existência na Terra. São abordadas as modalidades de reuso e suas exigências, bem como benefícios e possíveis problemas envolvidos. Além disso, são apresentadas algumas patentes de invenção encontradas na base de dados do INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial). Elas tratam de equipamentos que possibilitam o reuso nos âmbitos residencial e comercial.

Palavras chave: Inovações tecnológicas. Tratamento de água. Reuso. Reaproveitamento.

Water and its various uses: alternatives and innovations for economy through reuse

Abstract

Nowadays, much has been said about the future scenario of potable water on the planet. Experts warn of the rapid population growth and lack of effective action to preserve this valuable asset. Some regions already face scarcity or total lack of adequate water for human consumption. Although attempts have been made to reverse this situation, to date the most effective solutions have been save water already treated and / or to improve treatment processes. Thus, in the context of scientific research, all initiatives aimed at producing methods that help achieve this goal are highly recommended. The present work had the objective to illustrate a panorama about academic works and patents of product destined to the processing of water or effluents that seek to improve the quality or the availability of this essential fluid to exist in the Earth. The methods of reuse and its requirements, as well as the benefits and possible problems involved, are discussed. In addition, some patents of invention found in the INPI (National Institute of Industrial Property) database are presented. They refer about equipment that enables reuse in the residential and commercial environments.

Key-words: Technological innovations. Water treatment. Reuse. Recycling.

1. Introdução

Desde tempos nada recentes, os humanos adotaram as vestimentas como forma de proteção e abrigo. Primeiramente, por meio de peles extraídas de animais e, posteriormente, por artigos confeccionados de forma artesanal. Entretanto, sempre houve a necessidade e o

desejo de contar com algo que lhe pudesse aquecer nos invernos ou evitar queimaduras severas causadas pelas temperaturas escaldantes dos desertos.

Apesar de algumas poucas e esparsas culturas ainda viverem em condições mais primitivas, os avanços industriais e tecnológicos permitiram que grande parte da população mundial pudesse contar com roupas simples e razoavelmente eficientes para atender suas necessidades.

Todas as atividades humanas consomem, atualmente, um volume aproximado de 6.000 km³/ano com tendência para aumento. Esse aumento do consumo global da água, e sua possível redução, dependem do gerenciamento e da inovação tecnológica disponível para aperfeiçoar os mecanismos de gestão (TUNDISI, 2006). Os custos dos impactos também podem ser analisados levando-se em conta os custos da produção de água potável pelos sistemas de tratamento. À medida que aumenta a deterioração dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos, aumentam os custos do seu tratamento devido à necessidade de investimento tecnológico para produzir água potável (TUNDISI, 2005).

Embora a água seja considerada um recurso abundante no Brasil, existem ainda áreas muito carentes a ponto de transformá-la em um bem limitado às necessidades do homem. Normalmente, a sua escassez é muito mais grave em regiões onde o desenvolvimento ocorreu de forma desordenada, provocando a deterioração das águas disponíveis em função do lançamento indiscriminado de esgotos domésticos, despejos industriais, agrotóxicos e outros poluentes (MOITA e CUDO, 1991).

Indiscutivelmente, o desenvolvimento de estratégias de reciclagem e reuso do insumo é urgente e entender a importância da conservação da água e pesquisar formas de reciclagem e reuso justifica a realização desse estudo. Para tanto, o levantamento bibliográfico aconteceu com buscas em livros, teses, dissertações, artigos, notas de aula, patentes, entre outras referências relacionadas ao assunto.

2. Referencial Teórico

2.1. Tipos e modalidades de reuso

Órgãos competentes definiram alguns tipos e modalidades de reuso, sendo que, de acordo com Moruzzi (2008, p. 272), a OMS (Organização Mundial da Saúde) lançou em 1973 um documento que apresenta a classificação dos tipos de reuso em diferentes modalidades, de acordo com seus usos e finalidades, conforme descrito na sequência:

- reuso indireto: ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída. Trata-se da forma mais difundida onde a autodepuração do corpo de água é utilizada, muitas vezes sem controle, para degradar os poluentes descartados com o esgoto in natura;
- reuso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável. Exige a concepção e implantação de tecnologias apropriadas de tratamento para adequação da qualidade do efluente à estação à qualidade definida pelo uso requerido;
- reciclagem interna: é o reuso da água internamente as instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição. É constituído por um sistema em ciclo fechado onde a reposição de água de outra fonte deve-se às perdas e ao consumo de água para manutenção dos processos e operações de

tratamento;

- reuso potável direto: ocorre quando o esgoto recuperado, através de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável. É praticamente inviável devido ao baixo custo de água nas cidades brasileiras, ao elevado custo do tratamento e ao alto risco sanitário associado;
- reuso potável indireto: caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilização como água potável. Compreende o fluxograma onde o tratamento do esgoto é empregado visando adequar a qualidade do efluente à estação aos padrões de emissão e lançamento nos corpos d'água.

Referente à legislação vigente, tem-se a Resolução N° 54 pertencente ao CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos), da data de 28 de novembro de 2005, que coloca as modalidades, diretrizes e critérios a serem adotados quando do reuso direto não potável de água.

2.2. Sistema de reuso de água cinza

A reutilização de água ou o uso de águas residuais não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. No entanto, a demanda crescente por água tem feito do reuso planejado um tema atual e de grande importância (CETESB, 2010 apud CUNHA, 2011).

Para Hespanhol (1999), o planejamento, a implantação e a operação corretos de reuso trazem uma série de melhorias:

- minimização da descarga de esgoto nos corpos hídricos;
- preservação dos recursos subterrâneos;
- aumento da resistência à erosão;
- aumento da produção de alimentos (irrigação agrícola), elevando os níveis de saúde, qualidade de vida e de condições sociais.

Segundo Silva *et al.* (2010), os métodos de reuso de água em edificações proporcionam a reutilização, em alguns casos, por mais de uma vez. Para eles, o procedimento mais popular de reuso em edificações é a utilização da água de enxágue da máquina de lavar roupas para a limpeza de pisos e regar jardins. Os autores indicam ainda que em busca de uma melhoria no desempenho dos procedimentos já existentes para o reuso de água, foram realizados estudos que aperfeiçoaram os sistemas que já existiam, tornando-os mais complexos e eficientes. Prosseguem citando que os sistemas hidráulicos e sanitários do sistema reuso têm a função de separar as águas já utilizadas pela atividade humana que servem para a reutilização e descartam os efluentes impróprios. Citam também, que de maneira simplificada, considera-se água adequada ao reuso o efluente de chuveiros, lavatórios, tanques, máquinas de lavar roupas e de banheiras, que são caracterizadas também como águas cinzas, enquanto que os efluentes de bacias, vasos sanitários, lava-louças e pias de cozinha são considerados impróprios para o reuso e denominados de águas negras. Destacam que a qualidade das águas cinzas pode variar conforme a localidade, nível de ocupação da residência, estilo de vida, classe social, cultura e costumes dos moradores, além de apresentar característica diferente dependendo do ponto de amostragem.

Em 2005, a ANA (Agência Nacional de Águas), a FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo) e o SINDUSCON-SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo) reuniram agentes públicos, empresas de tecnologia, fabricantes e instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento tecnológico, para elaborar um manual de conservação e reuso de água em edificações. Nele constam algumas exigências mínimas para o uso da água não-potável nas edificações, conforme apresentado a seguir:

- água para descarga em bacias sanitárias: não deve apresentar mau-cheiro, ser abrasiva, manchar superfícies, deteriorar os metais sanitários, propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;
- água para refrigeração e sistema de ar condicionado: não deve apresentar mau-cheiro, ser abrasiva, manchar superfícies, deteriorar máquinas, formar incrustações;
- água para lavagem de veículos: não deve apresentar mau-cheiro, ser abrasiva, manchar superfícies, conter sais ou substâncias remanescentes após secagem, propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;
- água para lavagem de roupa: deve ser incolor, não deve ser turva, apresentar mau-cheiro, deve ser livre de algas, livre de partículas sólidas, livre de metais, não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos, propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.



Fonte: Adaptado de HESPANHOL (2002, p.274 apud MORUZZI, 2008)

Figura 1: Formas potenciais de reuso de água

Com o fluxograma apresentado na Figura 1, pode-se observar que existem inúmeras formas de se reutilizar as águas descartadas no esgoto doméstico. Neste trabalho são apresentadas apenas as formas de reuso para fins urbanos não potáveis.

2.3. Problemas com reuso

Do ponto de vista de Tucci (2001), a contaminação dos aquíferos é um problema que ainda não é bem avaliado no País, mas com o reuso generalizado de fossas e com a implantação de aterros sanitários e de polos industriais petroquímicos, os aquíferos tenderão a se deteriorar ainda mais. Além disso, existem vários riscos à saúde associados aos tipos de reuso, Nesse contexto, a Tabela 1 apresenta alguns destes riscos, que devem ser levados em consideração quando da escolha da opção do reuso nessas atividades.

Forma de reuso	Riscos à saúde

Agrícola	Contaminação de alimentos (substâncias químicas tóxicas).
	Contaminação direta de trabalhadores.
	Contaminação do público por aerossóis.
	Contaminação de consumidores de animais que se alimentam das pastagens irrigadas ou criados em lagoas contaminadas.
Industrial	Conexão cruzada entre sistemas de água potável e de reuso.
	Se utilizada como água de processo pode haver contaminação de produtos comestíveis.
	Contaminação direta de trabalhadores.
Recreacional	Doenças da veiculação hídrica, infecção nos olhos, ouvidos e nariz.
	Contaminação direta de trabalhadores.
Recarga de aquíferos	Contaminação de aquíferos utilizados como fonte de água potável. Contaminação direta de trabalhadores.
Reuso urbano não potável	Conexão cruzada entre sistemas de água potável e de reuso.
	Contato com a água recuperada utilizada para irrigação de parques e jardins ou lavagem de ruas.
	Contaminação direta de trabalhadores.
Reuso potável	Ingestão de contaminantes biológicos e químicos.
	Contaminação direta de trabalhadores.

Fonte: Adaptado de LAVRADOR (1987, p.1241 apud CUNHA 2011)

Tabela 1: Riscos à saúde

3. Metodologia

Segundo Gil (2002), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas.

Para Lakatos e Marconi (2003), a pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas, quer gravadas.

Dessa forma a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras (LAKATOS e MARCONI, 2003).

Assim sendo, o presente trabalho prestou-se a buscar referências consistentes em dissertações, teses, livros e demais escritos acadêmicos que Assim sendo, o presente trabalho prestou-se a buscar referências consistentes em dissertações, teses, livros e demais escritos acadêmicos que pudessem embasar a aplicação de inovações tecnológicas na área de

reuso de água. Houve também a consulta ao banco de patentes do INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) a fim de localizar patentes de invenção e modelo de utilidade relacionadas ao tema em questão.

4. Alternativas e inovações

Segundo a Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico - OCDE (2005), o Manual de Oslo destaca que a inovação pode ser classificada como inovação em produtos, inovação em processo e inovação em produto e em processo. A inovação tecnológica em produto pode assumir duas formas, uma em produtos tecnologicamente novos, em que as características ou os usos pretendidos diferem das dos produzidos anteriormente, e a outra em produtos tecnologicamente aprimorados, em que um produto existente tem seu desempenho melhorado significativamente ou aprimorado. A inovação tecnológica em processos produtivos é a adoção de processos novos ou significativamente melhorados. Tais mudanças podem ocorrer no equipamento ou simplesmente na organização da produção.

Para ilustrar algumas possibilidades de inovação em produtos aplicados ao reuso de água, a seguir são apresentadas algumas patentes.

4.1. Instalação hidráulica automatizada para sistema de coleta e tratamento de água de banho e reuso em caixa de descarga de vaso sanitário (BR 102015005773-3 A2)

Titular(es): Sergio Ricardo Dalla Pria

Datas do Depósito e publicação: 16/03/2015 e 20/09/2016

Resumo: A partir do ralo (R) do banheiro (B) é coletada a água do banho, detectada por sensor de fluxo (16) do cano (CA) do chuveiro (CH), e dirigida a um reservatório (3) alojando processador/controlador (8) integrado com programação lógica dedicada, um gerador de gás (9), um sensor de nível (11) e bomba misturadora (12). O reservatório (3) é ligado à caixa de descarga (C) também com sensor de nível (15). A água do banho é coletada e tratada para reuso na caixa de descarga (C). Caso o reservatório (3) esteja vazio (por causa de grande período de chuveiro desligado), opcionalmente pode ser usada a água da rede para preenchimento da caixa de descarga (C) para uso convencional. O sistema possibilita que todos os sensores, válvulas, bombas e gerador de gás (9) tenham suas ações guiadas pelo processador/controlador (8) para o seu funcionamento no banheiro (B). A Figura 2 ilustra a representação gráfica da patente.

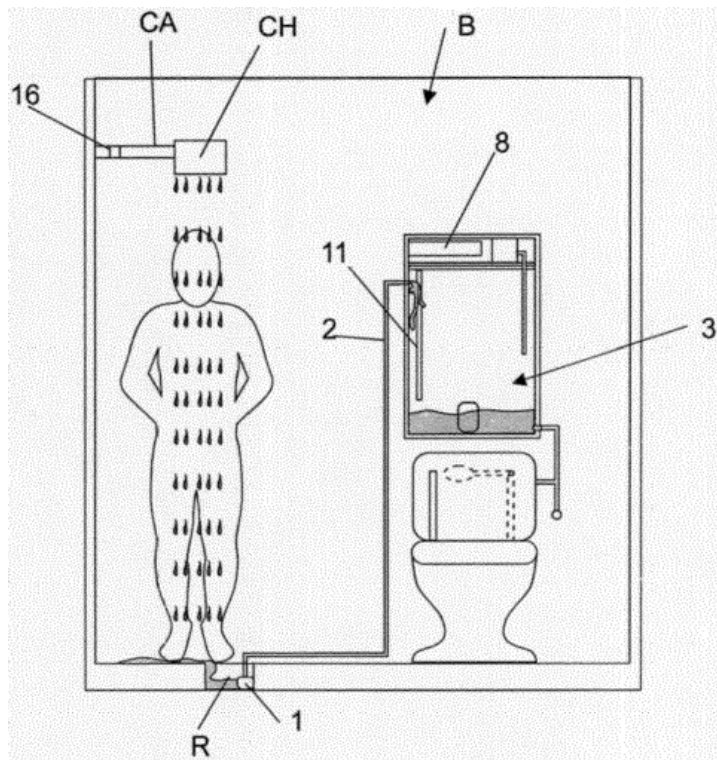


Figura 2: Objeto da patente BR 102015005773-3 A2

4.2. Pia com sistema de tratamento de água para reuso (BR 202015007575-3 U2)

Titular(es): Luiz Antonio De Oliveira Tozzo

Data do Depósito e publicação: 02/04/2015 e 04/10/2016

Resumo: A presente patente de modelo de utilidade, com utilizações tanto na cozinha quanto no banheiro, tem como objetivo principal o reuso de água, proporcionando assim o menor consumo de água potável. A dita Pia com sistema de tratamento de água para reuso é constituída por uma torneira (3) com entrada de água potável externa que atende tanto a cuba (1), quanto a cuba (2). Um sistema utilizado abaixo da cuba (1) possui um reservatório com bomba de água (6) conjugado com um Kit filtração (7) para eliminar partículas sólidas, odores e bactérias; a cuba (2) através da torneira (4) será utilizada para o reuso de água não potável com finalidades diversas, por exemplo: retirada de excesso de gorduras de utensílios na cuba (2) e depois descartada na rede de saída (9), regar plantas, jardins, lavar pisos; a pia com sistema de tratamento de água para reuso utilizada na cozinha possui também um reservatório para separação de óleo de cozinha (8) e um mini higienizador à vapor (5) para retirar excessos de gordura, ambos acoplados abaixo da cuba (2). A pia com sistema de tratamento de água para reuso que será utilizada no banheiro possui uma cuba (11), uma torneira de água potável (12) para escovação de dentes, barbear, lavar as mãos e depois é direcionada para o reservatório com bomba de água (13) o qual é interligado ao sistema de filtração (14) com a finalidade de eliminar partículas sólidas, odores e bactérias para reuso não potável da água na descarga. Por meio desse processo, pode-se chegar a resultados de economia de água potável. A estimativa pode chegar a 60 litros de água potável ao dia por pessoa e a redução do consumo pode chegar a 7200 de litros de água potável ao mês em uma residência com quatro pessoas que possua apenas uma cozinha e um banheiro. A Figura 3 ilustra a representação gráfica da patente.

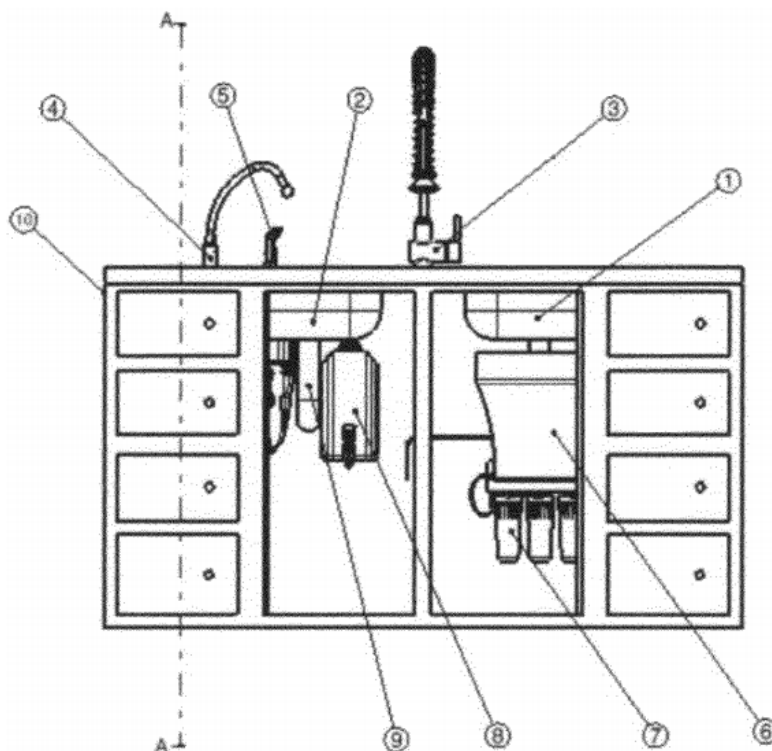


Figura 3: Objeto da patente BR 202015007575-3 U2

4.3. Disposição em equipamento para tratamento e reuso de água de lavagem de veículos automotores e processo de tratamento (BR 10 2012 003990-7 A2)

Titular(es): Metalsinter Indústria e Comércio de Filtros e Sinterizados Ltda

Data de depósito e publicação: 24/02/2012 e 04/08/2015

Resumo: O presente resumo refere-se a uma patente de invenção para equipamento (1) e processo de tratamento de água, pertencente ao campo dos meios para o tratamento de água; dito equipamento (1) formado por instalação de pré-tratamento da água de lavagem e armazenamento da água bruta (10); unidade de tratamento e desinfecção (20); e reservatório de água de reuso (40). A instalação de pré-tratamento da água de lavagem e armazenamento da água bruta (10) é compreendida por meios (11) para coleta do efluente; caixa separadora (12); caixa de areia (13); e reservatório para água bruta (14). A unidade de tratamento e desinfecção (20) é uma unidade compacta compreendida, essencialmente, por conjunto moto-bomba (21); primeiro conjunto (22) de remoção de sólidos suspensos; e segundo conjunto (23) de remoção de compostos orgânicos e sólidos finos e de desinfecção, que deságua no reservatório de água de reuso (40). Este dotado de circuito hidráulico (41) para acesso fácil à água de reuso e o processo de tratamento compreendendo essencialmente as etapas realizadas pelo equipamento. A Figura 4 ilustra a representação gráfica da patente.

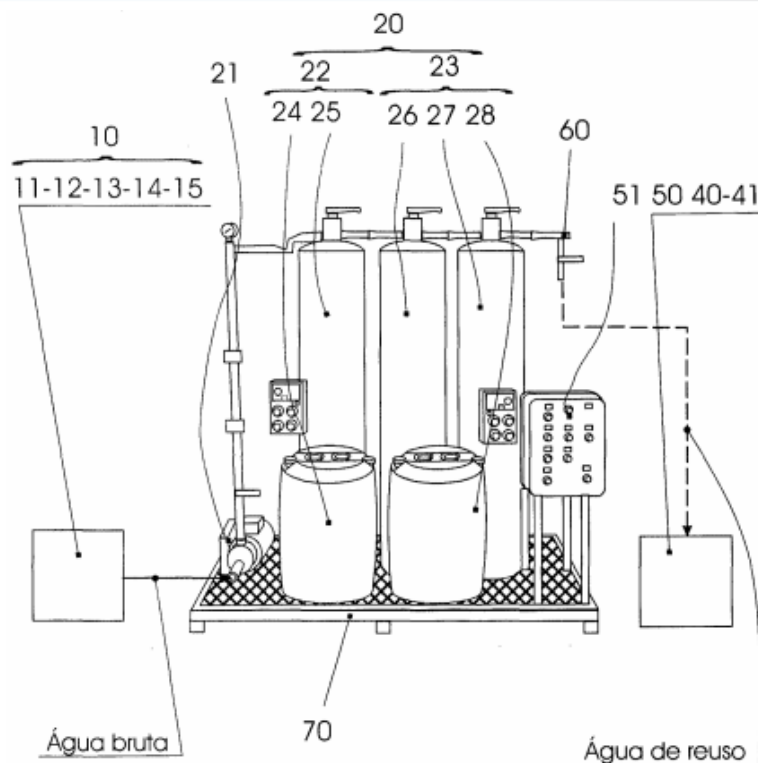


Figura 4: Objeto da patente BR 10 2012 003990-7 A2

5. Conclusão

Levando em consideração os aspectos sinalizados neste trabalho, é possível concluir que existem formas de reaproveitamento e reuso da água em diversas aplicações. Especificamente para fins domésticos, pode-se afirmar que a maior parte dos efluentes residenciais é passível de tratamento e aplicação, principalmente nos processos de limpeza. Por outro lado, percebe-se que tais técnicas permanecem distantes da realidade cotidiana da maioria da população, privando-a dos benefícios decorrentes de sua utilização, assim como desperdiçando a oportunidade de preservação do meio ambiente.

Como proposta de evolução, seriam cabíveis iniciativas em várias frentes. Desde esforços no sentido de consolidar e ampliar a eficiência das técnicas existentes, bem como pesquisas para desenvolvimento de novos métodos, além da massiva divulgação e conscientização da sociedade sobre os benefícios ambientais, econômicos e sociais que o reaproveitamento de água apresenta.

Referências

- ANA, Agência Nacional de Águas. FIESP, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. SINDUSCON-SP, Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. *Manual de Conservação e reuso da água em edificações*. São Paulo, 2005, 152 p.
- CUNHA, A. H. N. *O reuso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país*. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. Goiânia, v.7, n.13, 2011, p; 1225-1248. Disponível em <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf>>. Acesso em: 12/07/2017.
- GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HESPANHOL, I. *Água e saneamento básico*. In: REBOUÇAS, et al. *Águas Doces do Brasil – Capital Ecológica, Uso e Conservação*. 1. ed. São Paulo: Escritura Editora, 1999.

HESPANHOL, I. *Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria e recarga de aquíferos*. In: MANCUSO, P. C.; SANTOS, H. F. dos. *Reuso de água Barueri*: Manole, 2002. p.37-96.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos da metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MOITA, R.; CUDO, K. *Aspectos gerais da qualidade da água no Brasil*. In: *Reunião técnica sobre qualidade da água para consumo humano e saúde no Brasil*, 1991, Brasília. Anais... Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria do Meio Ambiente, 1991. p.1-6.

MORUZZI, R. B. *Reuso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: impacto, tecnologias e desafios*. OLAM. Ciência & Tecnologia. Rio Claro, 2008, ano VIII, V.8, n.3, p.271-294. ISSN 1982-7784. Disponível em < www.olam.com.br >. Acesso em: 12/07/2017.

OCDE. MANUAL DE OSLO *Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. Rio de Janeiro: ARTI/FINEP. 3. ed. 2005.

SILVA, W. M.; SOUZA, L. O.; REGO, L. H. A.; ANJOS T. C. *Avaliação da reutilização de águas cinzas em edificações, construções verdes e sustentáveis*. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. Goiânia, v.6, n.11, 2010. Disponível em <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/avaliacao%20da%20reutilizacao.pdf>>. Acesso em 13/07/2017.

TUCCI, Carlos. E. M. ; HESPANHOL, Ivanildo ; CORDEIRO, Oscar . *Gestão da água no Brasil*. 1. ed. Brasília: Unesco, 2001. v. 1. 190 p.**TUNDISI, J.G.** *Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios*. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, IIE, 1999. 24 p.

TUNDISI, J. G. *Recursos hídricos. Parcerias estratégicas*. Brasília - DF, v. 20, p. 727- 746, 2005.

TUNDISI, J. G. *Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos*. Revista USP, v. 70, p. 24- 35, 2006.