

## PROPOSTA DE SISTEMA INTEGRADO DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS DE REÚSO PARA A CIDADE DE PASSO FUNDO/RS-BRASIL: SUGESTÃO E ANALISE

## PROPOSAL FOR INTEGRATED USE OF WATER REUSE FOR THE CITY OF PASSO FUNDO/RS-BRAZIL: SUGGESTION AND ANALYSIS

Tauana Bertoldi\*

Alcindo Neckel\*\*

### RESUMO

A disponibilidade de água potável para consumo humano é cada vez menor, devido à utilização de maneira irracional, a fim de, mudar esta realidade, a presente pesquisa tem como objetivo propor um sistema de reutilização de águas cinzas para a cidade de Passo Fundo/ RS, Brasil, a fim de reduzir o consumo de água potável de edificações, localizadas na Avenida Brasil. Este sistema poderá facilitar e incentivar o reúso de águas em escala urbana, e contribuir com a conservação de mananciais, que abastecem a cidade de Passo Fundo/ RS e região.

**Palavras-chave:** Águas residuais, Conservação, Reúso.

### ABSTRACT

The availability of drinking water for human consumption is dwindling due to the use irrationally in order to change this reality, this research aims to propose a water reuse system ashes to the city of Passo Fundo/RS, Brazil, in order to reduce the consumption of drinking water buildings, located at Avenida Brazil. This system will facilitate and encourage the reuse of grey water in urban scale, and contribute to the conservation of water sources that supply the city of Passo Fundo/RS and region.

**Keywords:** wastewater, Conservation, Reuse.

## 1 INTRODUÇÃO

---

\* Graduanda em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Meridional (IMED). Pesquisadora voluntária de Iniciação Científica do Grupo de Estudos e Pesquisa em Mobilidade Urbana (NEPMOUR) da Faculdade Meridional, sobre as linhas de pesquisa: Governança nas Cidades Sustentáveis e Mobilidade Urbana, onde se discute Diagnóstico e Planejamento da Mobilidade Urbana com bases sustentáveis para a Cidade de Passo Fundo/RS Brasil. Tem experiência em AutoCad, Sketchup, ProMob. Contato: tauanabertoldi@hotmail.com

\*\* Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PPGARQ. Escola de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Meridional - IMED. Grupo de Estudos e Pesquisas em Mobilidade Urbana – NEPMOUR. Passo Fundo – RS, Brasil.

A disponibilidade dos recursos hídricos potáveis para a população é cada vez menor, isso porque é utilizada de maneira irracional e devolvida ao seu habitat sem nenhum tratamento (GOELLNER, 2010). Exemplo desta falta de cuidado, segundo Goellner (2010), Rometo et al. (2014), Rice, Westeroff (2015), Fournier et al. (2016), Verbyla et al. (2016), Franklina et. al. (2016) consiste-se que a maioria das indústrias, principalmente do segmento da metalúrgica e mineração, e a agricultura necessita de grandes volumes para irrigação e para a pulverização de áreas com produtos químicos, os quais são uns dos principais poluidores dos recursos hídricos.

Para Philippi Jr. (2003), 8% da água doce mundial encontrasse no Brasil, sendo que 80% desta está distribuída pelo estado da Amazônia e os outros 20% abastecem 95% de toda a população nacional. Precisasse ter mais consciência do seu uso, pois 65% da água doce mundial é destinada para o uso agrícola, 25% para indústrias e 10% para uso urbano sanando a sede da população. Segundo Philippi Jr. (2003), o gerenciamento do uso de água é imposto uma taxa mensal referente ao consumo da mesma, que é usada muitas vezes de forma ineficiente, sem nem um tipo de reaproveitamento.

Por isso, a necessidade de pensar sistemas alternativos, que envolva o reúso da água, em um cenário caótico definido por Verbyla et al. (2016), que cerca de 33% da população mundial vive em situações precárias sem saneamento básico e mais 21% não possuem tratamento de esgoto. A falta de infraestrutura básica acarreta na contaminação das águas superficiais através de patógenos fecais, e conseqüentemente, contaminando o ambiente, colocando em risco a saúde de consumidores de alimentos irrigados por águas sem tratamento adequado.

A vantagem de pensar sistemas de reúso em um contexto municipal, conforme Bischel et al. (2011) e Verbyla et al. (2016) é a economia no tratamento de águas residuais, possibilitando o uso da mesma para diversas naturezas, como: irrigação de jardins, áreas agrícolas, aumento do ecossistema, a alimentação de aquíferos, refrigeração e processamento industrial, entre outros.

Ao considerar estas necessidades referente a importância no tratamento e disposição da água de reúso atribuiu-se enfoque ao município de Passo Fundo/RS-Brasil, por causa das suas riqueza hidrográfica, com nascentes que dão origem a cinco das vinte e cinco bacias hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul (RS)

(Bacia do Rio Passo Fundo, Bacia do Alto Jacuí, Bacia do Apuaê-Inhandava, Bacia do Taquarí-Antas, Bacia do Rio da Várzea) (NECKEL, GOELLNER, PICCOLI, 2013).

A cidade de Passo Fundo/RS, possui duas estações de tratamento de águas residuais acarretadas para tratamento de diferentes formas de consumos. A estação de tratamento Araucária, que está localizada no bairro Alexandre Zachia, as margens da BR 285 e a estação de tratamento da Universidade de Passo Fundo (UPF), que está localizada no Campus I da UPF, bairro São José. A pesquisa objetiva de forma geral sugerir um novo sistema para destino reaproveitável das águas de reuso das respectivas ETE's, desenvolveu-se uma pesquisa sobre a reutilização de água de reuso.

A presente pesquisa sobre a reutilização de água tratada (reuso), objetiva-se de forma específica pensar e formas eficientes para abastecer os prédios residenciais, escolas, indústrias, concessionárias de automóveis entre outros, que encontram-se localizados principalmente no decorrer da Avenida Brasil Leste e Oeste da cidade de Passo Fundo, a fim de, reduzir o consumo de água potável para práticas como irrigação de jardins, uso em bacias sanitárias e lavagem de carros e calçadas. Consequentemente, visando reduzir o custo mensal, de água potável e energia elétrica. As edificações escolhidas são de diferentes naturezas, porém possuem índices elevados de consumo mensal de água.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Situada no norte do Estado do Rio Grande do Sul, a cidade de Passo Fundo localiza-se entre as coordenadas geográficas 28°07' e 28°25' de latitude Sul e 52°17' e 52°41' de longitude Oeste, perfaz atualmente uma área territorial de 754,40 km<sup>2</sup> (IBGE, 2015). A área de estudo consiste-se no decorrer de toda a Avenida Brasil, compreendida pela Avenida Brasil Oeste, Avenida Brasil Leste (Figura 1).



Figura 1- Trajetória percorrida para a aplicação de questionários. Fonte: Google Earth (2016).

A escolha das empresas entrevistadas foi escolhida considerando o Método de Preferência Declarada (MPD). Entre os três grupos classificados por Bates (1991), quanto aos dados obtidos de experimentos de PD (escala de avaliação ou *rating*; ordem de preferência ou *ranking* e escolha da mais atrativa ou *choice*), foi optado pelo método de ordenação das alternativas (*ranking*), em que alternativas são simultaneamente apresentadas aos entrevistados com o objetivo de colocá-los em ordem de preferência.

Posteriormente, os dados das entrevistas realizados entre as 12 empresas foram tabulados. E assim foi realizado um levantamento de custos e de material para sugerir um sistema de reúso, onde está água possa chegar até as empresas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da Tabela 1 percebe-se que das doze empresas entrevistadas, apenas quatro possuem práticas voltadas para amenizar os problemas ambientais com a reutilização da água de chuva. Estes utilizam sistemas de reaproveitamento de água da chuva armazenando-as em cisternas para fins como lavagens de carros e calçadas e bacias sanitárias.

Convém lembrar que 100% das empresas entrevistadas utilizam sistemas de tratamento da água antes de devolvê-la ao corpo receptor, como por exemplo, o sistema composto por caixas separadoras a fim de retirar o óleo e graxa da água pelo processo de decantação. Outras empresas liberaram na rede de esgoto, após depositarem em um poço com aproximadamente seis metros de profundidade, onde

possui no fundo uma camada de Pedra Negra que retira as impurezas da água, deixando-a infiltrar para sua liberação no lençol freático.

Pode-se observar que empresas aderem à prática de reaproveitamento de água, possuem poços artesianos próprios, não havendo ligação com concessionárias de serviços hídricos em relação ao consumo de águas. Mas seus vínculos com essas concessionárias são através de taxas que variam em torno de R\$ 100,00 mensais.

Em contra partida, das oito empresas não possuem reaproveitamento de água e liberam essa água sem tratamento no corpo receptor. Sendo que uma empresa pesquisada possui poço artesiano, e sete empresas que possuem vínculo com a concessionária de distribuição de água pagam em média R\$ 395,50 mensais. Esses valores consumidos variam entre R\$47,00 até R\$1.300,00.

Nesta relação encontra-se a empresa quatro (Tabela 1), que oferece serviço de manutenção de automóveis, contendo em seu estabelecimento, oficina e lavagem. Embora pratique reaproveitamento de água, necessita consumir energia elétrica para sua operacionalização, dependendo assim, da captação de água de chuva para a diminuição dos seus custos mensais. Estes valores variam de R\$140,00 até R\$12.875,00 obtendo como média de R\$ 3.525,04 mensais (Tabela 1).

Tabela 1 – Empresas entrevistadas, em relação ao custo mensal de energia e água e se realizam captação de água da chuva.

<b>Empresas entrevistadas</b>	<b>Consumo de Energia Elétrica (R\$)</b>	<b>Consumo de água (R\$)</b>	<b>Aproveitamento de água de chuva</b>
Empresa 1	1.000,00	1.300,00	Não
Empresa 2	3.500,00	180,00	Sim
Empresa 3	2.000,00	-	Não
Empresa 4	12.875,00	100,00	Sim
Empresa 5	900,00	250,00	Não
Empresa 6	8.000,00	-	Não
Empresa 7	3.000,00	200,00	Não
Empresa 8	3.000,00	-	Sim
Empresa 9	6.000,00	-	Não
Empresa 10	782,00	47,00	Não
Empresa 11	140,00	-	Sim
Empresa 12	10.000,00	180,00	Não

Ainda são poucas as empresas que possuem práticas de reaproveitar água de chuva. Portanto, ao visionar as aplicabilidades de ações e possibilitar um futuro sustentável para as águas das estações de tratamento de Passo Fundo/RS, pretende-se propor a criação de uma subestação para armazenamento e distribuição destas águas liberadas depois do tratamento feito pelas ETE's.

A utilização da água de reúso se dará pelas duas estações de tratamento de Efluentes (ETE's). Segundo Goellner (2010), a Estação de Tratamento Araucárias, está localizada as margens da BR 285, no bairro Alexandre Zachia, cidade de Passo Fundo. Ocupando uma área de aproximadamente 26 hectares, acomodando quatro lagoas (entre elas há uma lagoa com processo anaeróbio, outra com processo facultativo e duas para a maturação). A respectiva trabalha com uma vazão de 100L/s, acarretando 3000m<sup>3</sup>/dia de esgoto. Já, a estação de tratamento do campus I da Universidade de Passo Fundo (UPF), encontra-se as margens da BR 285, no bairro São José, cidade de Passo Fundo, que diferente da estação de tratamento Araucárias, trabalha com um processo tecnológico de digestão anaeróbia em reatores de fluxo ascendente em manta de lodo do tipo UASB, reator biológico aeróbio e decantador secundário.

A construção da subestação central para receber as águas de reúso das duas ETE's necessitaria ser localizada na área de abrangência da Embrapa Trigo, situada às margens da BR 285. Ponto escolhido pelo fato de ser centralizado e está a 659 m de altitude. Pois, a ETE Araucária em relação ao ponto encontrasse a 636m de altitude, o que corresponde a 23 metros de declive planialtimétrico, com 1.273km de distância do ponto de captação. A ETE do UPF encontrasse a 71m de altitude o que corresponde a 588m com menor altitude do ponto localizado na Embrapa Trigo e a uma distância de 2003,30 km (Figura 2) (Figura 3).



Figura 2 - Localização das estações de tratamento e do ponto escolhido para a implantação da estação de encontro. Fonte: Google Earth (2016).

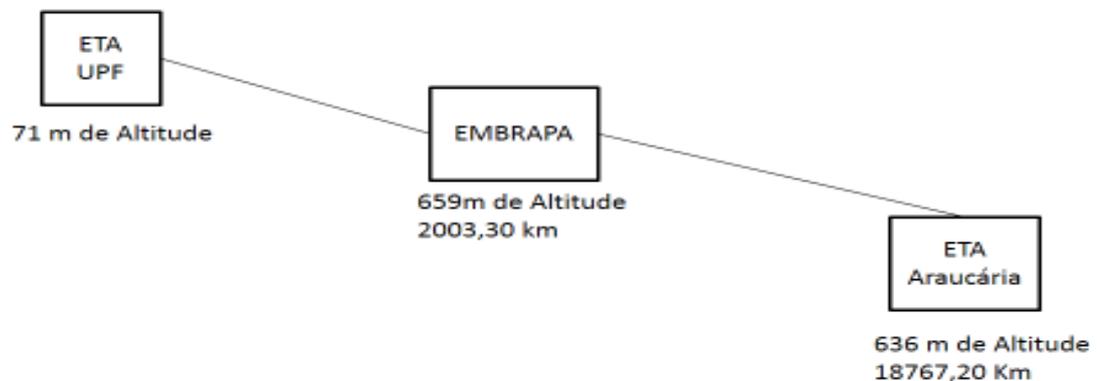


Figura 3 – Representação da distância das estações de tratamento referentes à empresa Embrapa.

A rede que fornecerá essa água será composta por quatro caixas de água, onde uma será a receptora do material proveniente das duas ETE's, e três servirão como caixas reservas, onde a água poderá permanecer até 25 dias armazenada. Segundo Goellner (2010), a água de reúso pode ser armazenada e redistribuída, pois, quanto mais tempo é armazenada, mais diminui a quantidade de micro-organismos.

A partir disso pode-se sugerir um sistema com adutoras ao longo da Avenida Brasil, com ramificações secundárias abastecendo edificações. Para isso é necessário ser instalado em cada empresa que se ligar ao sistema um marcador de consumo (relógio), válvula, e hidrômetro.

Uma das vantagens desse sistema é que não necessita de reservatórios (caixa de água), utilizando assim, ligação direta com a rede (Figura 4). Além disso, a água irá se deslocar da estação receptora para os usuários por ação de gravidade, o

que ajudará a reduzir gastos com a energia elétrica das empresas que não precisaram utilizar muito bombeamento dos seus poços artesianos.

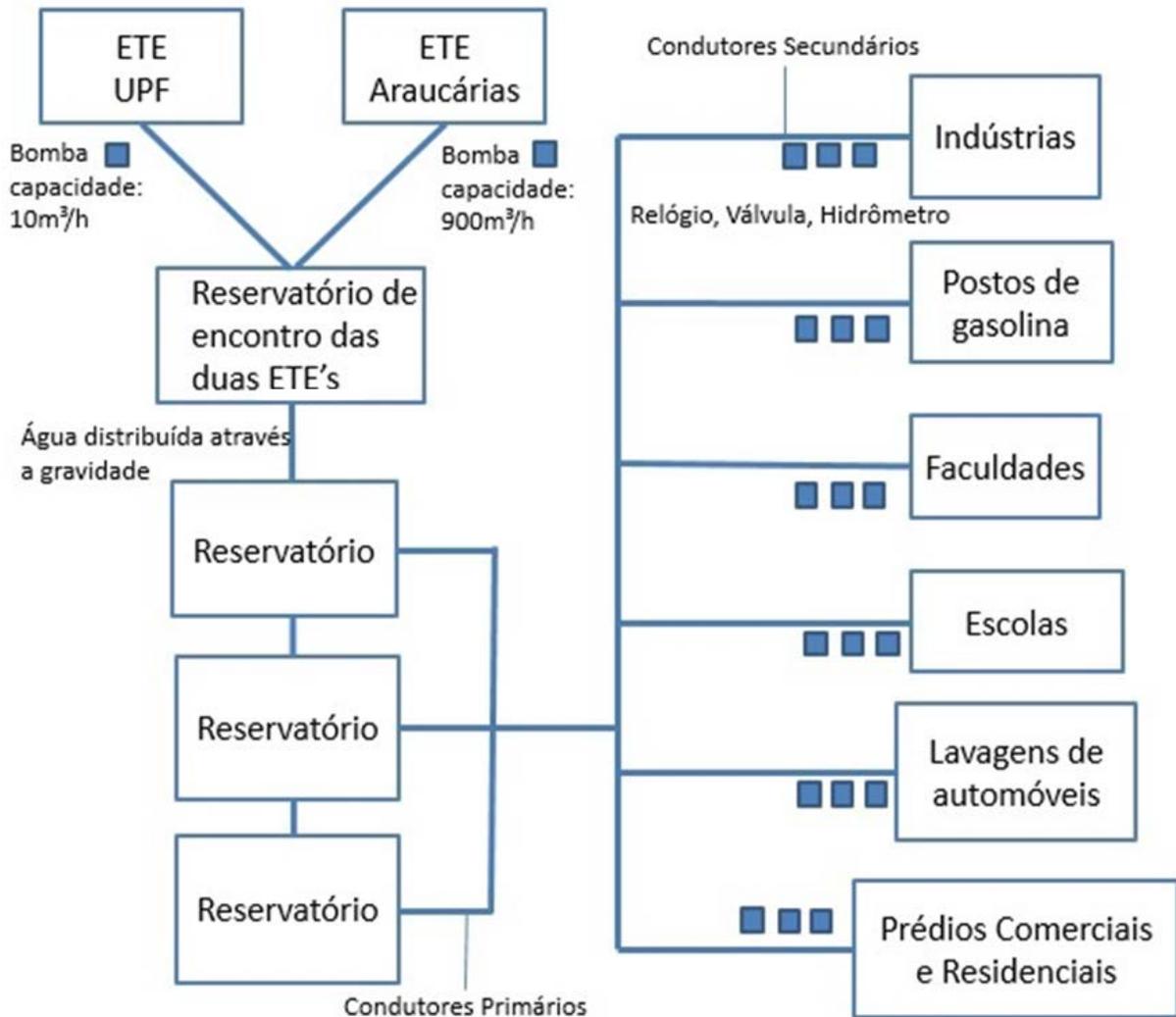


Figura 4 - Esquema da rede de distribuição e respectivos receptores.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa destaca que apesar do reúso de águas, é um assunto que vêm sendo debatido à alguns anos, ainda são poucos os que demonstram interesse, praticando algumas ações, como algumas empresas pesquisadas na cidade de Passo Fundo/RS. Essas poucas empresas que possuem sistema de reaproveitamento de água, utilizam-na para lavagem de calçadas e de carros e para bacias sanitárias.

Visando contribuir para a sustentabilidade do ambiente construído, esta pesquisa comprova que a água proveniente da rede de esgoto, após passar por tratamento necessário pode ser reaproveitada para diferentes práticas. Esse sistema poderá trazer consequências benéficas aos estabelecimentos que se ligarem ao sistema, como: a redução do custo mensal na tarifa de água e de energia elétrica.

## REFERÊNCIAS

BATES, J. J. Introduction to stated preference techniques: theoretical basis and other key issues. **PTRC Course: Introduction to Stated Preference Techniques**, v. 7, n. 8, p. 1-4. oct. 1991.

BISCHEL, Heather N. et al. Management Experiences and Trends for Water Reuse Implementation in Northern California. **Environmental Science & Technology**, [s.l.], v. 46, n. 1, p.180-188, 3 jan. 2012. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/es202725e>.

FOURNIER, Eric D. et al. Investigating the Energy-Water Usage Efficiency of the Reuse of Treated Municipal Wastewater for Artificial Groundwater Recharge. **Environmental Science & Technology**, [s.l.], v. 50, n. 4, p.2044-2053, 16 fev. 2016. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.5b04465>.

FRANKLIN, Alison M. et al. Uptake of Three Antibiotics and an Antiepileptic Drug by Wheat Crops Spray Irrigated with Wastewater Treatment Plant Effluent. **Journal Of Environment Quality**, [s.l.], v. 45, n. 2, p.546-552, 2016. American Society of Agronomy. <http://dx.doi.org/10.2134/jeq2015.05.0257>.

GOELLNER, Emanuelle. **Estudo para reúso de Efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto na Irrigação**. 2010. 86 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2010.

MILLER, G Wade. Integrated concepts in water reuse: managing global water needs. **Elsevier**. Alexandria, p. 66-75. 29 abr. 2005.

NECKEL, Alcindo; GOELLNER, Emanuelle; PICCOLI, Juliano José. ANÁLISE DOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL/BRASIL. **Olam – Ciência & Tecnologia – Issn 1982-7784 2013**, Rio Caro, v. 1, n. 1, p.253-260, 01 jul. 2003.

PHILIPPI, Jr., Arlindo et al – **Reuso de água: uma tendência que se firma**. 2003

PHILIPPI, Jr., Arlindo. Ed. **Questões de Direito Ambiental**. São Paulo. Signus editora, 2004.

RICE, Jacelyn; WESTERHOFF, Paul. Spatial and Temporal Variation in De Facto Wastewater Reuse in Drinking Water Systems across the U.S.A. **Environmental Science & Technology**, [s.l.], v. 49, n. 2, p.982-989, 20 jan. 2015. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/es5048057>.

ROMERO, R.; DEY, S. K.; FISHER, S. J.. Preterm labor: One syndrome, many causes. **Science**, [s.l.], v. 345, n. 6198, p.760-765, 14 ago. 2014. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1251816>.

SAMPAIO, Paulo Victor Melo. Método para dimensionamento de redes de abastecimento de água. 2005. 82f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação)- Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

SOUSA, Andrea Françoise Sanches de. **Diretrizes para implantação de Sistemas de reúso de água em condomínios residenciais baseadas no método APPCC: análises de perigos e pontos críticos de controle: estudo de caso Valille I**. 2008. 141 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

TOLEDO, Franklina M. B. et al. Logística de distribuição de água em redes urbanas – Racionalização energética. **SciELO**, [s.l.], v. 28, n. 1, p.01-07, 07 out. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-74382008000100005>.

VERBYLA, Matthew E. et al. Managing Microbial Risks from Indirect Wastewater Reuse for Irrigation in Urbanizing Watersheds. **Environmental Science & Technology**, [s.l.], p.1-11, 6 abr. 2016. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.5b05398>.

TSAI, S. M.; BONETTI, R. Response to inoculation and N fertilization for increased yield and BNF of common bean. *Plant and Soil*, v.152, 1993.