



ISSN 1988-7833
<https://doi.org/10.51896/ccs>

CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES

latindex IDEAS EconPapers Dialnet MIAR Scopus

POTENCIALIDADE DA ADOÇÃO DE SISTEMAS DE REUSO DE ÁGUAS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Mariana Klissievicz de Oliveira

Bacharel em Engenharia Ambiental.

Pontifícia Universidade Católica de Paraná (PUCPR)

Larissa Maria da Silva Ferentz

Doutoranda em Gestão Urbana (PPGTU).

Pontifícia Universidade Católica de Paraná (PUCPR)

<https://orcid.org/0000-0001-5804-0361>

Murilo Noli da Fonseca

Doutorando em Gestão Urbana (PPGTU).

Pontifícia Universidade Católica de Paraná (PUCPR)

<https://orcid.org/0000-0002-0718-3087>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Mariana Klissievicz de Oliveira, Larissa Maria da Silva Ferentz y Murilo Noli da Fonseca: "Potencialidade da adoção de sistemas de reuso de águas de estações de tratamento de esgoto", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (Vol 1, Nº 8 octubre-diciembre 2021, pp. 210-224). En línea:

<https://doi.org/10.51896/CCS/FMIF4603>

RESUMO

Introdução: O reuso de água traz a possibilidade de suprimento de consumos menos restritivos como lavagem de vias, irrigação de parques e praças, controle da poeira, entre outros. O presente trabalho visa verificar a potencialidade da adoção de sistemas de reuso de águas de Estações de Tratamento de Esgoto para fins urbanos diretos não potáveis em Curitiba. **Metodologia:** O estudo da potencialidade foi baseado nos requisitos e padrões do Guia de Reuso de Água da USEPA (2012) e permitiu avaliar as modalidades de reuso urbano não potáveis aplicáveis à Curitiba. **Resultados e discussão:** Assim, o Município possui potencial para utilizar água de reuso visto que utiliza água em atividades urbanas como irrigação de praças e canteiros, mudas e lavagem de vias. **Conclusão:** As ETEs que atendem o município tratam volumes de esgoto suficientes para atender a demanda do município, porém qualitativamente as Estações de Tratamento de Esgoto devem passar por adaptações e ajustes para que atenda aos padrões sugeridos pela USEPA, 2012.

Palavras-chave: Conscientização, Reuso de Água, Reuso direto não potável, Estações de Tratamento de Esgoto, Atividades Urbanas.

POTENCIAL DE LA ADOPCIÓN DE SISTEMAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

RESUMEN

Introducción: La reutilización del agua trae consigo la posibilidad de abastecer consumos menos restrictivos como lavado de caminos, riego de parques y plazas, control de polvo, entre otros. El presente trabajo tiene como objetivo verificar el potencial de la adopción de sistemas de reutilización de agua de plantas de tratamiento de aguas residuales para fines urbanos directos no potables en Curitiba. Metodología: El estudio de la potencialidad se basó en los requisitos y estándares de la Guía de Reutilización del Agua de la USEPA (2012) y permitió evaluar las modalidades de reutilización urbana no potable aplicables a Curitiba. Resultados y discusión: Así, el municipio tiene el potencial de utilizar el agua de reutilización ya que utiliza el agua en actividades urbanas como el riego de plazas y parterres, plántulas y lavado de caminos. Conclusión: Las ETA que atienden al municipio tratan suficientes volúmenes de aguas residuales para satisfacer la demanda del municipio, pero cualitativamente las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales deben someterse a adaptaciones y ajustes para cumplir con los estándares sugeridos por USEPA, 2012.

Palabras clave: Awareness, Reuse of Water, Direct non-drinkable reuse, Sewage Treatment Plants, Urban Activities.

POTENTIAL OF THE ADOPTION OF WATER REUSE SYSTEMS OF SEWAGE TREATMENT PLANTS

ABSTRACT

Introduction: The reuse of water brings the possibility of supplying less restrictive consumptions such as road washing, irrigation of parks and squares, dust control, among others. The present work aims to verify the potential of the adoption of water reuse systems of Sewage Treatment Plants for direct non-potable urban purposes in Curitiba. Methodology: The study of potentiality was based on the requirements and standards of the USEPA Water Reuse Guide (2012) and allowed evaluating the non-potable urban reuse modalities applicable to Curitiba. Results and discussion: Thus, the municipality has the potential to use reuse water since it uses water in urban activities such as irrigation of squares and flower beds, seedlings and road washing. Conclusion: The ETEs that serve the municipality treat enough sewage volumes to meet the demand of the municipality, but qualitatively the Sewage Treatment Plants must undergo adaptations and adjustments to meet the standards suggested by USEPA, 2012.

Keywords: Conciencia, Reutilización del agua, Reutilización directa no potable, Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Actividades urbanas.

INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial para sobrevivência e desenvolvimento das sociedades humanas, a escassez desse recurso é um fator limitante ao desenvolvimento social e econômico de diversas

regiões: uma realidade a ser enfrentada em várias localidades do Brasil não somente nas regiões áridas como também nos grandes centros populacionais. A pressão urbana associada à baixa disponibilidade hídrica faz com que eventos de escassez de água sejam uma preocupação prévia, assim como na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), a oitava região metropolitana mais populosa do Brasil. Por isso, a escassez de água é um problema que já afeta quase todos os continentes, e de acordo com dados da FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), em 2025, cerca de 1,8 bilhão de pessoas viverão em países ou regiões com escassez de água absoluta.

Quando a demanda por água de um número de habitantes e o consumo médio por habitante supera a oferta (FERREIRA, 2013). Ou seja, há um desequilíbrio entre oferta e demanda em uma determinada cidade ou região, está caracterizada uma situação de estresse hídrico calcula-se que mais da metade da população mundial poderia estar vivendo sob essas condições. Apesar de estar localizado no continente que possui o maior volume hídrico do planeta, o Brasil sofre com a escassez de água. No país há o predomínio da cultura do desperdício tanto por parte da população, quanto pelas indústrias. Não há uma consciência de preservação e sustentabilidade e como exemplo tem-se o descaso com relação ao tratamento de esgotos antes de despejá-los (ALMEIDA, 2011).

Assim, a importância deste trabalho se reflete na busca de formas adequadas para utilização da água tratada por estações de esgoto no município de Curitiba, reduzindo a carga de poluentes nos corpos d'água e permitindo a conservação de recursos hídricos para fins mais nobres como o abastecimento da população. A principal finalidade deste estudo é verificar a potencialidade da adoção de sistemas de reuso de águas de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) no município de Curitiba.

A metodologia deste trabalho baseou-se na aplicação de um formulário a diversos departamentos/setores da Secretaria de Meio Ambiente para identificar os tipos de reuso urbano aplicáveis a Curitiba, mensurando a demanda necessária para cada tipo de reuso identificado. Com base em dados disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) e levantamento bibliográfico avaliou-se o potencial quantitativo e qualitativo das ETEs de Curitiba.

REFERENCIAL TEÓRICO

Reúso de água

A reutilização, o reúso de água ou uso de águas residuárias 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 (CETESB, 2014). Quando falamos em gestão de recursos hídricos no mundo, regiões áridas e semiáridas, como o Oriente Médio, e regiões desérticas dos EUA já realizam em larga escala práticas de reúso e reaproveitamento de água (TARANTO, 2015). De uma forma geral, o reúso de água trata do uso de efluentes tratados ou não para fins benéficos tais como irrigação, uso industrial e fins urbanos não potáveis (MIERZWA & HESPANHOL, 2005). Existem muitas possibilidades de reúso de água no Brasil, como reúso na área urbana, industrial, agrícola e associado a recarga artificial de aquíferos (MANCUSO & SANTOS,

1993). Desse modo, ele pode ser classificado quanto ao método de aproveitamento ou quanto ao uso final, e ocorrer de forma direta, indireta, por meio de ações planejadas ou não:

- Reúso 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;
- Reúso direto: planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, recarga de aquífero e água potável;
- Reciclagem interna: é o reúso da água internamente às instalações industriais, visando a economia de água e o controle da poluição;

Mierzwa (2002) distingue a prática de reúso de duas formas distintas:

- Reúso direto de efluentes: o efluente originado por um determinado processo é diretamente utilizado em um processo subsequente, pois suas características são compatíveis com os padrões de qualidade de água utilizada. Esse tipo de reúso é conhecido como reúso em cascata.
- Reúso de efluentes tratados: é o tipo de reúso mais discutido e consiste na utilização de efluentes já submetidos a um processo de tratamento.

De acordo com Hespanhol (1999), a primeira opção de reúso de água no meio urbano é o não potável, pois envolve riscos menores à saúde pública. O Reúso Urbano é classificado pela USEPA (2012) em Restrito ou Irrestrito:

- Irrestrito: envolve a utilização de água reciclada em que é provável a exposição do público, o que exige um elevado grau de tratamento. Em geral, todos os estados que especificam um processo de tratamento exigem um mínimo de tratamento secundário e desinfecção antes da reutilização urbana irrestrita. No entanto, a maioria dos estados exige níveis adicionais de tratamento, que podem incluir a oxidação, coagulação, e filtração.
- Restrito: o uso de água de reúso em que a exposição pública para a água é controlada; portanto, os requisitos de tratamento podem não ser tão rigorosos como as para reutilização urbana irrestrita. Em geral, os estados requerem um mínimo de tratamento biológico secundário ou seguido de desinfecção antes da reutilização urbana restrita.

Mancuso & Santos (2013) classifica o reúso de água em duas categorias: potável e não potável. O Conselho Nacional de Recursos Hídrico na resolução Nº 54/2005 descreve que o reúso não potável da água abrange as seguintes modalidades:

- I. Fins urbanos: irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;
- II. Fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;

- III. Fins ambientais: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;
- IV. Fins industriais: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais; e,
- V. Aquicultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

As categorias de aplicação de reúso conforme USEPA (2012) são descritas no Quadro 1.

Quadro 1:

Categorias de Aplicação de Reúso

Modalidades de Reúso		Descrição
Reúso Urbano	Sem Restrições	O uso de água residuárias para aplicações não potáveis municipais em ambientes onde o acesso público não é restrito
Com Restrições		O uso de água residuárias para aplicações não potáveis municipais em ambientes onde o acesso do público é controlado ou limitado por barreiras físicas ou institucionais, tais como cercas, sinalização consultivo, ou restrição de acesso temporais
Agricultura	Culturas Alimentares	A utilização de água de reúso para irrigar culturas alimentares que são destinados ao consumo humano
Culturas Alimentares processadas ou não alimentares		A utilização de água de reúso para irrigar culturas que ou são processados antes do consumo humano ou não consumidos por seres humanos
Represamentos	Sem Restrições	O uso de água de reúso em um represamento em que não há limitações sobre as atividades de recreação aquática
Com Restrições		O uso de água de reúso em um represamento onde o contato é restrito
Reúso Ambiental		A utilização de água de reúso para criar, melhorar, manter ou aumentar os organismos aquáticos, incluindo as zonas húmidas, habitats aquáticos ou regulação de vazão
Industrial		Utilização de água de reúso em aplicações industriais e instalações, produção de energia e extração de combustíveis fósseis
Recarga de Aquíferos		O uso de água residual para recarregar os aquíferos que não são utilizados como uma fonte de água

	potável
Reúso Potável	Aumento de uma fonte de água potável (de superfície ou subterrâneas) com água de reúso retida que precede o tratamento de água potável normais
	A introdução de água residual (com ou sem retenção num reservatório de armazenamento engenharia) diretamente para uma estação de tratamento de água

No meio urbano, os benefícios econômicos no uso de águas residuárias devem ser considerados como necessários para a lavagem de pavimentação, irrigação de parques e campos desportivos e industrial, etc. (HESPANHOL, 1999). Os diversos usos urbanos da água requerem qualidade inferior à potável, dispensando o oneroso processo de tratamento ao nível mais exigente de qualidade, representado pela demanda de água para bebida e preparação de alimentos (AISSE, COHIM & KIPERSTOK, 2006). Ao liberar as fontes de água de boa qualidade para abastecimento público e outros usos, o uso de esgotos contribui para a conservação dos recursos e acrescenta uma dimensão econômica ao planejamento dos recursos hídricos. O reuso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Essa prática, já utilizada em alguns países, é baseada no conceito de substituição de mananciais. Tal substituição é possível em função da qualidade requerida para um uso específico (CETESB, 2014).

Esgoto doméstico

O esgoto doméstico é aquele que provem principalmente de residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou quaisquer edificações que dispõe de instalações de banheiros, lavanderias e cozinhas. Compõem-se da água de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem (Funasa, 2004). O esgoto sanitário contém, aproximadamente, 99,9% de água. O restante é a fração que inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como os microrganismos (Von Sperling, 1996). Assim como a coloração, a turbidez também indica o estado em que o esgoto se encontra. Este parâmetro está relacionado com a concentração dos sólidos em suspensão. Esgotos mais frescos ou mais concentrados possuem geralmente maior turbidez (Von Sperling, 1996).

As principais características químicas dos esgotos domésticos são: matéria orgânica e matéria inorgânica (Funasa, 2004). Cerca de 70% dos sólidos no esgoto são de origem orgânica. Os compostos são constituídos principalmente por proteínas, carboidratos, gordura e óleos, e em menor parte, ureia, surfactantes, fenóis, pesticidas. Ainda se divide de material orgânico seguindo o critério de biodegradabilidade, classificando-os em inerte ou biodegradável (Jordão & Pessoa, 1995).

A quantidade de matéria orgânica pode ser medida utilizando a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria

orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável (CETESB, 2014). Normalmente a DBO dos esgotos domésticos varia entre 100 e 300 mg/l, segundo a condição, e nos tratamentos completos, deseja-se atingir uma redução de DBO até uma faixa de 20 a 30 mg/l (PESSOA & JORDÃO, 1982). A matéria inorgânica nos esgotos é constituída de areia e substâncias minerais dissolvidas, provenientes de águas de lavagens (SILVA, 2004).

Tratamento de esgoto

O tratamento de esgoto pode ser dividido em níveis de acordo com o grau de remoção de poluentes ao qual se deseja atingir. Um resumo dos níveis de tratamento é descrito por VON SPERLING (1996):

1. Tratamento preliminar: objetiva apenas a remoção de sólidos grosseiros;
2. Tratamento primário: visa à remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica, predominando os mecanismos físicos;
3. Tratamento secundário: predomínio de mecanismos biológicos, a fim de remover a matéria orgânica e de nutrientes (nitrogênio e fósforo);
4. Tratamento terciário: objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário. O tratamento terciário é bastante raro no Brasil.

O processo de tratamento de esgotos tem por finalidade separar a fase líquida da fase sólida, tratando-se separadamente e de forma adequada cada uma destas fases, objetivando reduzir ao máximo a carga poluidora (COMUSA, 2015).

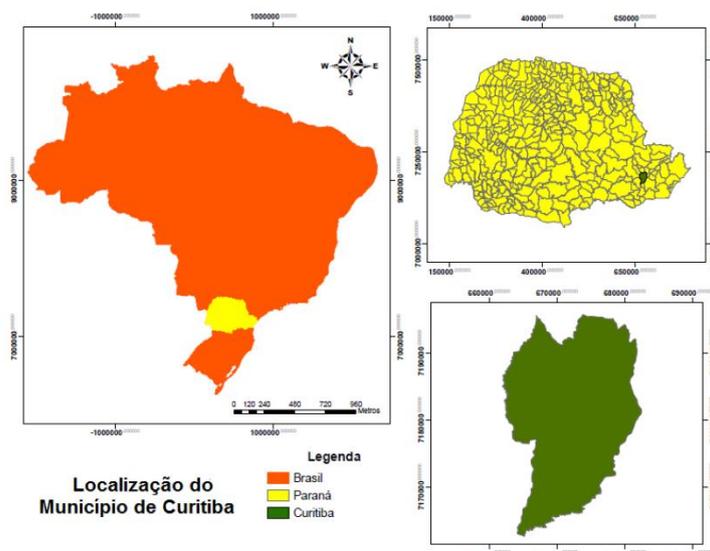
METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

Curitiba é capital do Paraná, um dos três estados que compõem a Região Sul do Brasil, possui uma área de 434,967 km², situa-se no primeiro planalto paranaense a 945 m do nível do mar. Segundo o Censo IBGE (2010), o município de Curitiba possui uma população total de 1.751.907 habitantes.

Figura 1:

Localização do Município



Fonte: os autores (2020)

A metodologia de realização deste trabalho se constitui na elaboração de um formulário para levantamento de dados junto a Secretaria de Meio Ambiente de Curitiba para identificação dos tipos de reúso urbano que podem ser adotados em Curitiba. O formulário foi elaborado a partir das informações bibliográficas levantadas, considerando os usos potenciais de reúso urbano descritas pelos autores. São eles: praças e jardins públicos, parques, cemitérios, canteiros em vias públicas, fontes e chafarizes, espelhos e quedas d'água, produção de mudas, controle de poeira em obras, lavagem de vias, calçadas, e lavagem de automóveis. Também foram inseridas informações sobre a quantidade (m^3 /dia) usada, principais locais e observações.

Aplicação do Formulário

Através do sítio eletrônico da Prefeitura de Curitiba foram levantados os departamentos/setores da Secretaria de Meio Ambiente responsáveis por parques, praças, irrigação de mudas e lavagem de vias. Nesses departamentos e setores foi realizada uma entrevista para aplicação do formulário elaborado.

Cálculo da Demanda

A partir dos dados levantados através da aplicação do formulário foi realizada a mensuração da quantidade de água utilizada pelo município nas atividades urbanas dentro do âmbito da Secretaria de Meio Ambiente, determinando a demanda necessária de água de reúso para atender Curitiba.

Dados pluviométricos

Considerando que em todos os casos de utilização de água no Município (irrigação, lavagem de vias), somente realizada em dias não chuvosos, foi necessário estimar os dias de chuva em

Curitiba por ano. Através do Sistema de Informações Hidrológicas (SIH) disponibilizado pelo Instituto das águas do Paraná foram obtidas as alturas diárias de precipitação (mm) de 2010 a 2014 em Curitiba. A estação pluviométrica escolhida foi do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) localizada na Universidade Federal do Paraná (UFPR), no Bairro Jardim das Américas.

Caracterização das estações de tratamento de Curitiba

Fazendo uso de levantamento bibliográfico por meio de internet, livros e o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC), foi estimada a quantidade e a qualidade dos efluentes gerados pelas ETEs de Curitiba. Como o Brasil não possui norma que defina padrões e limites para a qualidade da água de reúso urbano foram adotados os parâmetros sugeridos pelo Guia de Reúso de Água da USEPA, 2012. Serão levantadas a localização das ETEs que atendem o município, a capacidade nominal, a quantidade de esgoto tratado e qual o tratamento utilizado em cada uma delas. Porém, este trabalho não tem por objetivo entrar no detalhe dos tratamentos de esgoto utilizados, apenas citá-los e compará-los aos recomendados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações sobre os usos potenciais de reúso aplicáveis em Curitiba foram obtidas através da aplicação do Formulário de pesquisa em diferentes departamentos da Secretaria de Meio Ambiente, sendo eles: Departamento de Parques e Praças; Jardim Botânico; Horto Municipal Guabirota; Horto Municipal Barreirinha; e Departamento de Limpeza Pública – Lavagem de Calçadas.

Reúso aplicáveis a Curitiba

Com base nas informações obtidas com a aplicação do formulário de pesquisa, identificaram-se os usos potenciais para reúso urbano em Curitiba. Os usos urbanos são descritos como irrigação de parques e jardins públicos; reserva de proteção contra incêndios; sistemas decorativos aquáticos (fontes e chafarizes, espelhos e quedas d'água); lavagem de trens e ônibus; controle de poeira em obras de execução de aterros. Os resultados indicam que alguns usos urbanos não são realizados pela SMMA, como o controle de poeira em obras, fontes e chafarizes, cemitérios e lavagem de veículos. Neste caso serão desconsiderados no trabalho. O Quadro 2 apresenta uma síntese dos tipos de reúso aplicáveis a Curitiba no âmbito da SMMA.

Quadro 2:

Reúso Aplicáveis a Curitiba/PR no âmbito da SMMA

Usos potenciais de reúso no meio urbano	Sim	Não se aplica
Praças e jardins públicos	X	
Parques	X	
Cemitérios		X

Canteiros em vias públicas	X	
Fontes e chafarizes, espelhos e quedas d'água		X
Produção de mudas	X	
Controle de poeira em obras		X
Lavagem de vias, calçadas	X	
Lavagem de Veículos		X

Cabe ressaltar que apesar de alguns usos não serem realizados pela Secretaria de Meio Ambiente não significa que não sejam realizados no Município de Curitiba, porém trata-se de atividades realizadas por outras secretarias que não serão abordadas no trabalho.

Demanda necessária para cada uso

Para calcular a demanda foram usadas as informações levantadas antes (QUADRO 3), desconsiderando as formas de reúso não aplicáveis a Secretaria de Meio Ambiente.

Quadro 3:

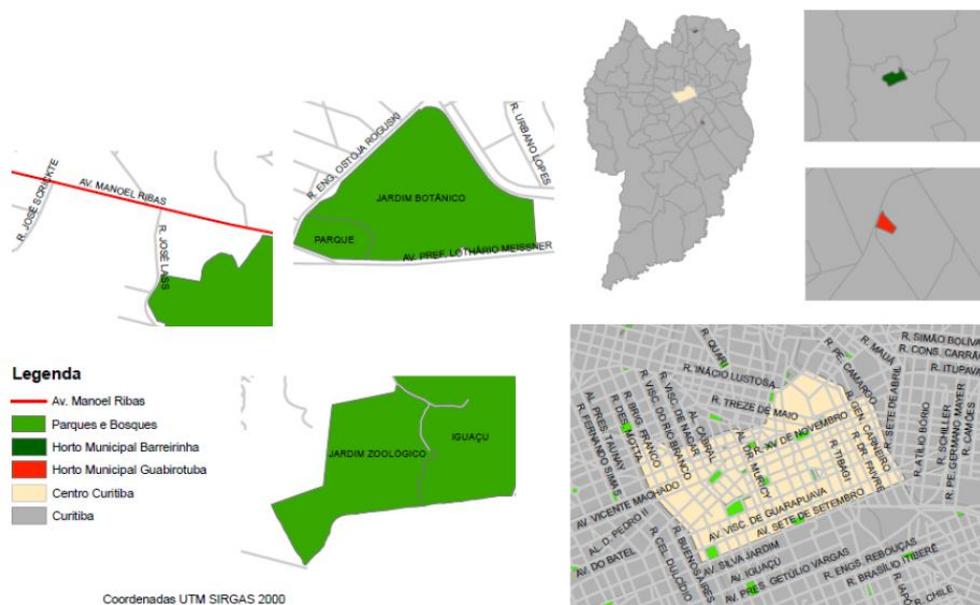
Quantidade/volume de água

Usos potenciais de reúso no meio urbano	Quantidade/Volume	Locais Potenciais
Praças e jardins públicos	1 a 2 caminhões de 7m ³ ou 8m ³ , todos os dias não chuvosos	Praças centrais de Curitiba (Praça Tiradentes, Santos Andrade, Relógio das Flores)
Canteiros em vias públicas		Canteiro da Avenida Manoel Ribas
Parques	1,8 m ³ por dia, dias não chuvosos	Jardim Botânico
Produção de Mudas	Aproximadamente 1,236 m ³ em dias não chuvosos	Horto Municipal do Guabirota
	12m ³ todos os dias não chuvosos	Horto Municipal do Barreirinha
Lavagem de vias, calçadas	22m ³ por dia não chuvoso	Zoológico, calçadão da Rua XV, Catedral Basílica Menor de Nossa Senhora da Luz, paço da liberdade, passeio público, viaduto do Capanema

Todos os usos identificados podem ser classificados como irrestritos pelo guia de Reúso da EPA (2012), pois não há restrição da entrada e circulação de pessoas aos locais onde são utilizadas as irrigações/lavagens. A Figura 2 apresenta os principais locais para utilização da água de reúso.

Figura 2:

Locais para utilização da água de reúso.



Cálculo da Demanda

Considerando que a irrigação somente é utilizada em dias não chuvosos, foi necessário estimar os dias de chuva em Curitiba por ano. No período [entre 2010 e 2014, a média de dias em que não houve chuva é de 208. Esse valor será utilizado para fazer os cálculos da demanda para todos os reúsos identificados. A demanda total calculada para um ano pode ser visualizada no Quadro 4.

Quadro 4:

Quantidade/volume de água

Tipos de Reúso		Quant./Volume (m³)	Dias sem chuva	Demanda Total/Ano (m³/ano)
Praças e jardins públicos		2 caminhões de 7m³, todos os dias não chuvosos**	208	2.912,00
Canteiros em vias públicas				
Jardim Botânico		1,8 m³por dia, dias não chuvosos		374,40
Produção de Mudas	Horto Guabirota	1,236 m³ por dia, dias não chuvosos		257,088
	Horto Barreirinha	12 m³ todos os dias não chuvosos	2.496,00	

Lavagem de vias, calçadas	22m ³ Litros todos os dias não chuvosos		4.576,00
TOTAL			10.615,488

O Quadro acima demonstra que a maior demanda de água no município é para lavagem de vias e calçadas, seguido da irrigação dos canteiros e praças centrais

ETES de Curitiba

Em Curitiba existem atualmente em operação cinco estações de tratamento de esgoto, sendo elas: Belém, CIC/XISTO, Atuba Sul, Padilha Sul e Santa Quitéria. As estações mais próximas dos principais pontos que utilizam demandas de água são a Atuba Sul, Santa Quitéria e Belém.

Potencial quantitativo das ETES

A capacidade de tratamento utilizada em litros/segundo foi transformada em litros por ano. Os dados obtidos estão apresentados na quadro 5. Durante o período de um ano, são tratados nas Estações de Curitiba milhões de metros cúbicos de esgoto.

Quadro 5:

Potencial Quantitativo das ETES

ETEs	Capacidade de tratamento utilizada (m ³ /s)	Capacidade de Tratamento Utilizada (m ³ /ano)
Atuba Sul	0,58	18.290.880,00
Belém	0,84	26.490.240,00
CIC/Xisto	0,23	7.253.280,00
Santa Quitéria	0,24	7.568.640,00
Padilhas Sul	0,16	5.045.760,00
Total		64.648.800,00

Todas as ETES apresentam potencial de fornecimento da água de esgoto tratada, e atendem à demanda utilizada em Curitiba, pois tratam milhões de metros cúbicos de esgoto por ano. As ETES Atuba Sul e Belém são as que apresentam maior capacidade de tratamento de esgoto utilizada.

Potencial qualitativo das ETES

Os tratamentos utilizados nas ETES de Curitiba são apresentados no Quadro 6, juntamente com o tratamento recomendado pela USEPA (2012) para uso irrestrito.

Quadro 6:*Tratamentos utilizados nas ETEs x tratamento recomendado pela EPA*

ETE	Tipo de Tratamento utilizado ¹	Tratamento recomendado
		Uso Irrestrito
Atuba Sul	Tratamento Preliminar, seguido por reatores Anaeróbios, e flotadores.	Secundário* Filtração e Desinfecção
Belém	Tratamento Preliminar seguido por sistema de lodo ativado com aeração prolongada.	
CIC/Xisto	Tratamento Preliminar seguido por reatores anaeróbios e lagoa de polimento	
Santa Quitéria	Tratamento Preliminar, seguido por reatores Anaeróbios, e flotadores.	
Padilhas Sul	Tratamento Preliminar seguido por reatores anaeróbios e lagoa de polimento	

Fonte: (1): Informação Verbal; USEPA (2012)

Considerando os tipos de tratamento preconizados para atendimento da qualidade da água de reúso urbano irrestrito, nenhuma das estações em Curitiba atenderiam totalmente. Logo, deveriam ser feitos ajustes para adequar o tratamento.

Adequação do tratamento e monitoramento

As ETEs devem passar por ajustes no tratamento, porém, devido à demanda de reúso urbano não potável no município ser inferior às quantidades de esgoto tratadas, não é necessário fazer adequações para a vazão total da ETE e sim adaptar uma planta de menor vazão com o tratamento avançado. Portanto, faz-se necessário monitorar a água de reúso para os seguintes parâmetros: pH e DBO (semanalmente), Turbidez e Cloro residual (continuamente) e Coliformes Fecais (diariamente).

CONCLUSÃO

O reúso de água surge em meio à escassez hídrica, verificada nos grandes centros urbanos, assim como na RMC, proporcionando o gerenciamento dos recursos hídricos de forma racional e contribuindo para conservação desses recursos para usos mais restritivos como o abastecimento público, além da redução da carga poluidora nos corpos d'água. Curitiba apresenta grande potencial de reúso urbano, visto que há utilização de recursos hídricos em atividades municipais dentro da Secretaria de Meio Ambiente como a irrigação de canteiros, parques, praças e lavagem de vias.

A lavagem de vias é a atividade urbana das analisadas que utilizam maior volume de água, seguida pela irrigação de canteiros e praças centrais de Curitiba. Considerando a localização das

maiores demandas, é possível verificar uma concentração na zona central da cidade. Quanto às estações de tratamento de esgoto (Santa Quitéria, Belém, Atuba Sul, Padilhas Sul e CIC/Xisto), todas apresentam volumes de esgoto tratados suficientes para atender a demanda de reúso urbano do Município. Porém, as distâncias entre os locais com potenciais para utilização da água de reúso, as ETEs Santa Quitéria, Belém e Atuba Sul são mais adequadas, devido à proximidade.

Considerando qualitativamente, nenhuma das Estações atenderia os padrões adotados como referência (EPA, 2012) para reúso urbano direto não potável, sendo necessário fazer adequações no tratamento. Devido às quantidades demandadas serem bem inferiores às quantidades produzidas, seria interessante adequar somente parte da ETE (planta com menor vazão), não necessitando adequar a vazão total. Ao traçar trajetos para entrega da água de reúso para as ETEs mais próximas (Santa Quitéria, Belém e Atuba Sul), as ETEs Belém e Atuba Sul apresentaram vantagens em relação à ETE Santa Quitéria, quanto aos quilômetros do trajeto e tempo de viagem. Os locais que recebem água tratada das ETEs e os caminhões pipa que farão o transporte deverão ser sinalizados com placas de advertências. Todos os trabalhadores envolvidos no processo deverão utilizar equipamentos de proteção individual (EPIs) como luvas e botas, além de serem treinados e informados sobre as precauções e riscos sanitários.

Algumas modalidades de reúso não são empregadas na esfera da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, como a lavagem de ônibus, lavagem de cemitérios e controle de poeira em obras ou reserva para incêndio, neste caso são oportunidades para expansão do reúso urbano no Município. Cabe ressaltar a necessidade de advertir e sinalizar caminhões pipa que farão o transporte da água bem como treinamentos com os funcionários e envolvidos nos processos para evitar riscos sanitários. Outro ponto importante a ser ressaltado é a falta de padrões e requisitos para o reúso direto não potável no Brasil, atualmente a Resolução nº 054/05 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabelece apenas diretrizes e critérios gerais. Surge então a necessidade de criação de normas e instruções tanto a nível federal, estadual e municipal para que o reúso de água se torne seguro e possa ser praticado efetivamente.

REFERÊNCIAS

- Aisse, Mm.; Cohim, E; Kiperstok, A. (2006). Reúso urbano e industrial. In: FLORENCIO, L; BASTOS, RKX; AISSE, MM. Tratamento e utilização de esgotos sanitários. Projeto Prosab, Edital 4. Rio de Janeiro: ABES, 427p
- Almeida, Rg. (2011). Aspectos legais para água de reúso. *VÉRTICES*, 13(2), p.31-43.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Reuso de Água. (2014). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/39-Reuso-de-%C3%81gua>> Acesso em: 06 mai. 2020
- COMUSA. Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo. (2015). Tratamento de Esgoto. Disponível em: <<http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoesgoto>>. Acesso em 06 mai. 2020

- CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. (2006). Resolução nº 54 de 28 de novembro 2005. Publicado no Diário Oficial da União (DOU) em 09 de março de 2006.
- Ferreira, R. (2013). O que é estresse hídrico. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/27678-o-que-e-estresse-hidrico/>>. Acesso em 06 mai. 2020.
- FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. (2004). Manual de Saneamento. 3 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 408 p.
- HESPANHOL, I. (1999). Água e Saneamento Básico. In: REBOUÇAS, AC; BRAGA, B; TUNDISI, J,G. Águas Doces do Brasil – Capital Ecológica, Uso e Conservação. 1. ed. São Paulo: Escritura Editora.
- JORDÃO, EP; PESSÔA, CA. (1995). Tratamento de esgotos domésticos. Rio de Janeiro: ABES, 3. ed.
- MANCUSO, PCS; SANTOS, HF. (2013). Reúso de Água. Barueri, SP: Manole
- Mierzswa, Jc; Hespanhol, I. (2005). Água na Indústria: uso racional e reúso. São Paulo: Oficina de Textos,
- PESSOA, CA.; JORDÃO, EP. (1982). Tratamento de esgotos domésticos: concepções clássicas de tratamento de esgotos. 2. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: BNH, 536 p.
- Taranto, D. (2015). Reúso da Água no Brasil e no Mundo. Disponível em: <hojeemdia.com.br/opinião/blogs/opinião-1.363900/reúso-da-água-no-brasil-e-no-mundo-1.363429>. Acesso em: 06 mai. 2020
- Silva, GH. (2004). Sistema de alta eficiência para tratamento de esgoto residencial – estudo de caso na lagoa da conceição. Monografia. Programa de graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,
- USEPA. US Environmental Protection Agency. (2012). Guidelines for Water Reuse. EPA/600/R-12/618. September,
- VON SPERLING, M. (1996). Princípios básicos do tratamento de esgotos - Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte, UFMG. v.2.