RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.
Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/06/2026 | Aceptado: 12/06/2026 | Publicación: 15/06/2026

Reutilización de aguas grises en edificios de condominios: un análisis técnico, económico y ambiental para la sostenibilidad urbana.

Reuso de Água Cinza em Condomínios Prediais: Uma Análise Técnica, Econômica e Ambiental para a Sustentabilidade Urbana.

Reuse of Gray Water in Building Condominiums: A Technical, Economic and Environmental Analysis for Urban Sustainability

Adam de Souza – adamsouza255@gmail.com
Profesor yo. Alexandre Coan Pierri – acpierri@uniara.edu.br

Resumen:
El rápido crecimiento de las zonas urbanas y la consiguiente presión sobre los recursos hídricos hacen necesaria la adopción de estrategias de conservación del agua en los edificios. Este artículo analiza el potencial de la reutilización de aguas grises en edificios residenciales como solución para reducir el consumo de agua potable. El estudio se centra en la caracterización de las aguas grises, las tecnologías de tratamiento disponibles y la viabilidad de su implementación a la luz de la norma ABNT NBR 16783:2019. La metodología emplea una revisión sistemática de la literatura y un análisis de datos técnicos sobre la eficiencia de los sistemas descentralizados. Los resultados indican que la reutilización de los efluentes de duchas y lavabos puede reducir la demanda de agua potable hasta en un 40 % en edificios residenciales, presentando viabilidad económica con un retorno de la inversión variable en función de la tarifa local. Se afirma que la reutilización de aguas grises es una herramienta esencial para la gestión sostenible del agua, si bien requiere proyectos integrados y un mantenimiento riguroso para garantizar la seguridad sanitaria.

Palabras clave:
Reutilización del agua. Aguas grises. Edificios de condominios. Sostenibilidad del agua. NBR 16783.

Resumo:
O crescimento rápido das áreas urbanas e a consequente pressão sobre os recursos hídricos tornam necessária a adoção de estratégias de conservação de água em edificações. Este artigo analisa o potencial de reuso de águas cinzas em condomínios prediais como uma solução para a redução do consumo de água potável. O estudo foca a caracterização das águas cinzas, as tecnologias de tratamento disponíveis e a viabilidade de implementação frente à norma ABNT NBR 16783:2019. A metodologia usa uma revisão bibliográfica sistemática e análise de dados técnicos de eficiência de sistemas descentralizados. Os resultados apontam que a reutilização de efluentes provenientes de chuveiros e lavatórios pode diminuir a demanda de água potável em até 40% em edifícios residenciais, apresentando viabilidade econômica com tempo de retorno de investimento variável conforme a tarifa local. Afirma-se que o reuso de águas cinzas é uma ferramenta essencial para a gestão hídrica sustentável, embora demande projetos integrados e manutenção rigorosa para garantir a segurança sanitária.

Palavras-chave:
Reuso de água. Águas cinzas. Condomínios prediais. Sustentabilidade hídrica. NBR 16783.

Abstract:
The rapid growth of urban areas and the resulting pressure on water resources make it necessary to adopt water conservation strategies in buildings. This article analyzes the potential for reusing greywater in condominiums as a solution for reducing drinking water consumption. The

study focuses on the characterization of gray water, the available treatment technologies and the feasibility of implementation in relation to the ABNT NBR 16783:2019 standard. The methodology uses a systematic literature review and analysis of technical data on the efficiency of decentralized systems. The results indicate that the reuse of effluents from showers and washbasins can reduce the demand for drinking water by up to 40% in residential buildings, presenting economic viability with a return on investment time that varies depending on the local tariff. It is stated that the reuse of gray water is an essential tool for sustainable water management, although it requires integrated projects and rigorous maintenance to guarantee health security**.**

Keywords:
Water reuse. Gray waters. Building condominiums. Water sustainability. NBR 16783.

1. Introducción

La crisis hídrica y la creciente demanda de agua potable en los grandes centros urbanos han impulsado la búsqueda de alternativas complementarias para el suministro y la conservación del agua. En Brasil, el sector de la construcción ha buscado incorporar soluciones sostenibles en los nuevos proyectos, centrándose no solo en la preservación del medio ambiente, sino también en la reducción de los costos operativos para los propietarios de condominios. Entre los enfoques más prometedores se encuentra la reutilización de aguas grises.

La composición de las aguas grises puede variar dependiendo de: * los hábitos del usuario; * el tipo de edificio; * los productos de limpieza utilizados.

Las aguas grises se definen como aguas residuales domésticas no industriales, libres de vertidos de inodoros y fregaderos, provenientes de duchas, lavabos, bañeras y lavadoras. En edificios residenciales, donde la densidad de población por superficie es excesiva y el volumen de aguas grises generadas es considerable, representan una oportunidad estratégica para cerrar el ciclo hidrológico local.

Este artículo tiene como objetivo detallar los aspectos técnicos y normativos de la reutilización de aguas grises en edificios residenciales multifamiliares. Se abordarán los parámetros de calidad requeridos, los pasos esenciales del tratamiento y los impactos económicos y ambientales de la adopción de estos sistemas. La importancia de este estudio radica en la necesidad de difundir el conocimiento técnico para ayudar a diseñadores y administradores de condominios a tomar decisiones sobre la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises.

2. Marco teórico

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.
Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/06/2026 | Aceptado: 12/06/2026 | Publicación: 15/06/2026

2.1. Concepto y clasificación de las aguas grises

Según la norma ABNT NBR 16783:2019, las aguas residuales de un edificio se pueden clasificar según su origen y carga contaminante. Las aguas grises se subdividen en "claras" y "oscuras". Las aguas grises claras son las procedentes de duchas y lavabos, con una menor concentración de materia orgánica y sólidos en suspensión. Las aguas grises oscuras incluyen los efluentes de lavadoras y depósitos, que pueden contener una mayor carga de tensioactivos y residuos químicos. "La separación en origen es el principio fundamental para la eficiencia de los sistemas de reutilización, ya que permite tratar los efluentes con menor potencial de contaminación mediante procesos menos costosos" (HESPANHOL, 2015).

2.2. El contexto regulatorio: NBR 16783:2019

La publicación de la norma NBR 16783 define parámetros rigurosos para el uso de fuentes alternativas de agua no potable en edificios. La norma establece procedimientos para la caracterización, el dimensionamiento, la operación y el mantenimiento de los sistemas. Un aspecto fundamental de la norma es garantizar la seguridad sanitaria, evitando la conexión directa entre la red de agua potable y la red de reutilización.

Tabla 1. Parámetros de calidad para el agua reutilizada . No Bebible .

Parámetro	Valor límite (NBR 16783)
pH	De 6.0 a 9.0
Turbiedad	≤ 5 UNT
Coliformes Termotolerante	< 200 MPN/100 ml
Cloro residual libre	0,5 a 5,0 mg/L
Color aparente	≤ 15 uH

Fuente: Adaptado de ABNT (2019). Datos recopilados con fines académicos.

2.3. Tecnologías de tratamiento

Los procesos de tratamiento de aguas grises en edificios residenciales abarcan desde procesos físicos sencillos hasta procesos biológicos avanzados. Debido a las limitaciones de espacio en las zonas urbanas, se prefieren los sistemas compactos.

1. Procesos físicos: Filtración de arena, membranas de ultrafiltración y desinfección (cloración o luz ultravioleta).

2. Procesos biológicos: reactores de lodos activados, biorreactores de lecho móvil (MBBR) y biorreactores de membrana (MBR).
3. Sistemas híbridos: Combinan sedimentación, filtración y oxidación avanzada para garantizar la eliminación de contaminantes y olores emergentes.

3. Metodología

Este artículo se caracteriza por ser un estudio descriptivo y exploratorio, basado en una revisión bibliográfica sistemática de la literatura técnica y científica publicada entre 2010 y 2025. La recopilación de datos se realizó en bases de datos como Google Scholar, SciELO y las revistas CAPES, utilizando los descriptores "reutilización de aguas grises", "edificios" y "sostenibilidad urbana". Se seleccionaron trabajos científicos y documentos técnicos relevantes para el tema, priorizando los estudios que presentaban resultados cuantitativos sobre el desempeño técnico y económico de los sistemas.

Para el estudio de viabilidad técnica, se recopilaron datos de eficiencia de diferentes tecnologías de tratamiento descritas en estudios de caso nacionales. El análisis económico consideró el costo promedio de implementación en nuevos proyectos en comparación con los ahorros generados en las facturas de agua y alcantarillado, utilizando como referencia las tarifas promedio de las capitales brasileñas.

Los criterios de inclusión para las fuentes fueron: * Alineación con la legislación brasileña vigente; * Enfoque en edificios multifamiliares (edificios de condominios); * Datos cuantitativos sobre ahorro de agua y calidad del efluente tratado.

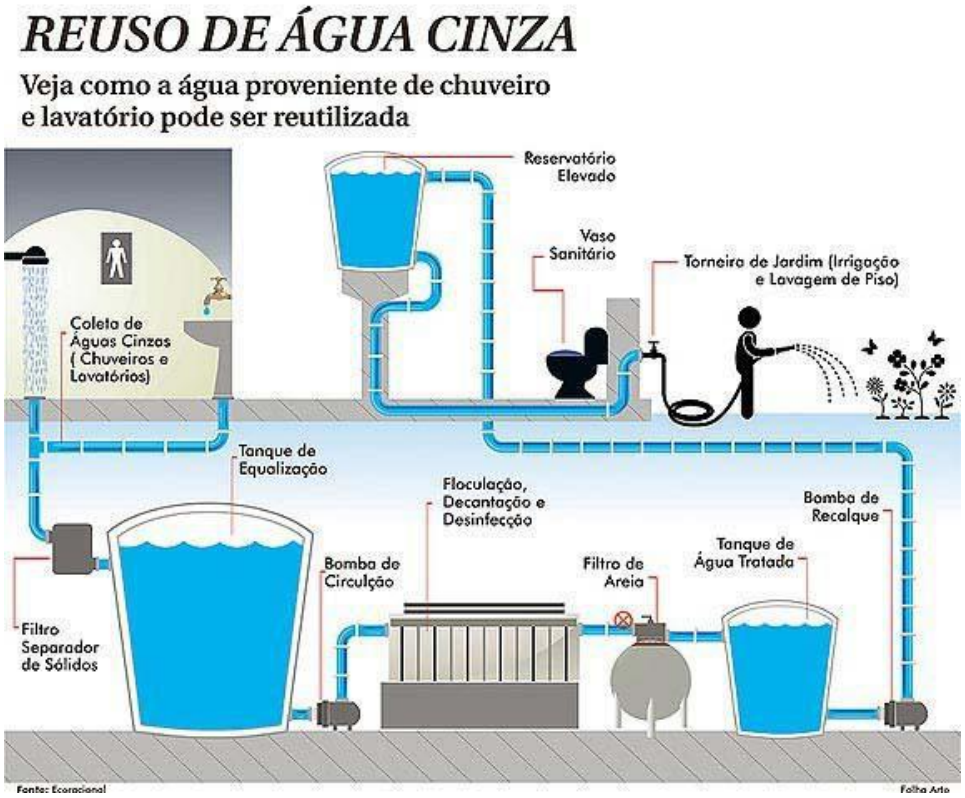
4. DISCUSIÓN

4.1. Capacidad de ahorro de agua

En un edificio de apartamentos típico, la demanda de agua para usos no potables (inodoros, limpieza de pisos e irrigación) representa entre el 30 % y el 50 % del consumo total. Dado que la generación de aguas grises (ducha y lavabo) suele ser mayor que esta demanda, el sistema se vuelve autosuficiente para estos usos.

Figura 1: Esquema de un sistema de reutilización en edificios

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.
Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/06/2026 | Aceptado: 12/06/2026 | Publicación: 15/06/2026



Fuente: Reproducción autorizada con fines educativos (Acquacontroll , 2024).

El diagrama anterior explica la separación de las aguas grises en origen, el tratamiento centralizado en la planta baja o el sótano, y la redistribución a los puntos de consumo de agua no potable a través de una red específica.

4.2. Retos para la aplicación en edificios existentes (rehabilitación)

El principal obstáculo para la reutilización de aguas grises en edificios de apartamentos ya existentes es la necesidad de una red de tuberías doble. En proyectos nuevos, el coste adicional es mínimo (se estima entre el 1 % y el 2 % del coste total de construcción), pero en renovaciones, el coste de demoler y instalar nuevas columnas de distribución puede hacer que el proyecto sea financieramente inviable a corto plazo.

4.3. Análisis de viabilidad económica

El período de recuperación de la inversión también depende de: * el costo de implementación; * el consumo del condominio; * la tarifa local; * los costos de operación y mantenimiento.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.
Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/06/2026 | Aceptado: 12/06/2026 | Publicación: 15/06/2026

5. Conclusión

La reutilización de aguas grises en edificios residenciales se está consolidando como una de las estrategias más eficaces para la conservación de los recursos hídricos a escala urbana. Los análisis técnicos han demostrado que las tecnologías actuales son capaces de producir agua regenerada con una calidad que supera los límites exigidos por la norma NBR 16783, garantizando así la seguridad de los usuarios.

Las principales conclusiones de este estudio indican que: 1. La viabilidad se maximiza cuando el sistema se integra desde la fase de diseño arquitectónico. 2. El ahorro de agua potable genera un impacto positivo directo en el flujo de caja del condominio. 3. El mantenimiento preventivo es fundamental para evitar malos olores y la proliferación de patógenos en el sistema de distribución.

Se sugiere intensificar las políticas de incentivos públicos, como los descuentos en el impuesto sobre la propiedad para edificios sostenibles, con el fin de acelerar la aceptación de estas tecnologías y contribuir a la resiliencia de las ciudades ante futuras crisis hídricas.

6. Especificaciones técnicas de los sistemas de tratamiento

6.1. Caracterización cualitativa de las aguas grises

Para dimensionar correctamente una planta de tratamiento de aguas grises (PTG) en edificios residenciales, es fundamental comprender la variabilidad de la carga contaminante. Los estudios indican que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de las aguas grises ligeras varía entre 150 y 300 mg/L, mientras que la turbidez puede fluctuar significativamente según el uso de productos de higiene personal.

Tabla 2. Parámetros de entrada y objetivos de eficiencia en ETAC.

Parámetro	Agua Ceniza cruda (media)	Agua Tratado (Objetivo)	Eficiencia Esperado
DBO5 (mg/L)	250	< 10	96%
DQO (mg/L)	450	< 30	93%
Sólidos Suspendido (mg/L)	150	< 5	97%
Tensioactivos (mg/L)	15	< 1	93%

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.
Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/06/2026 | Aceptado: 12/06/2026 | Publicación: 15/06/2026

Fuente: Recopilación de estudios de caso brasileños (2020-2024).

6.2. Dimensionamiento del tanque de almacenamiento

En los edificios residenciales, el espacio físico es un recurso limitado. El tanque de almacenamiento de aguas grises sin tratar debe dimensionarse para evitar el estancamiento durante periodos superiores a 24 horas, lo que podría provocar procesos anaeróbicos y la generación de olores desagradables (gas sulfuro de hidrógeno). Se recomienda la ventilación previa en el tanque de ecualización para mantener el efluente fresco antes del tratamiento biológico.

6.3. El papel de los biorreactores de membrana (MBR)

La tecnología MBR se ha vuelto muy popular en condominios de lujo. Combina el proceso de lodos activados con la separación física mediante membranas de ultrafiltración o microfiltración.

- Ventajas de MBR:
  - Alta calidad del efluente: Eliminación de virus y bacterias sin necesidad excesiva de desinfectantes químicos.
  - Compactibilidad: Ocupa hasta un 50 % menos de espacio que los sistemas de sedimentación convencionales.
  - Automatización: Permite la monitorización remota de la calidad del agua.
  -

7. Impactos socioeconómicos y ambientales

7.1. Reducción de la huella hídrica

Reutilizar el agua en un edificio de 100 apartamentos (con un promedio de 3,5 personas por unidad) puede ahorrar aproximadamente 4,5 millones de litros de agua potable al año. Este volumen equivale al suministro de agua para aproximadamente 25 familias brasileñas durante el mismo período.

7.2. Reconocimiento y Certificaciones en el Sector Inmobiliario

Los edificios que adoptan la reutilización de aguas grises pueden optar a certificaciones ambientales como LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) o el sello AQUA-HQE. En el mercado brasileño, las propiedades con estas certificaciones presentan un valor de

reventa entre un 10 % y un 15 % superior al de las propiedades convencionales, además de una tasa de venta significativamente más rápida.

7.3. Aspectos psicológicos y el "factor de asco"

A pesar de las ventajas, la aceptación por parte de los residentes es fundamental. El agua reutilizada debe ser incolora e inodora. Cualquier decoloración en la taza del inodoro puede generar quejas y rechazo al sistema. Por lo tanto, se suele emplear un pulido final con carbón activado o sistemas de oxidación avanzada (como el ozono) para garantizar la calidad estética del agua.

8. Directrices para la operación y el mantenimiento (O&M)

Las deficiencias en el mantenimiento son la principal causa de las paradas de los sistemas de reutilización en los condominios. Las directrices de operación y mantenimiento deben incluir: * Limpieza de filtros: Semanal o quincenal, según la carga de sólidos. * Calibración de sensores: Mensual para sensores de pH y cloro residual. * Análisis de laboratorio: Según lo exija la legislación local (generalmente trimestral o semestral) para validar la eficacia del tratamiento con las agencias ambientales y sanitarias.

9. Consideraciones finales sobre el futuro de la reutilización

La reutilización de aguas grises dejará de ser una opción ecológica para convertirse en una necesidad estructural. Ante la intensificación de las crisis hídricas y el aumento real del costo del agua tratada, la independencia hídrica parcial de los edificios residenciales será un factor diferenciador clave y una medida de seguridad para las ciudades. El desarrollo de tecnologías de tratamiento y la consolidación de la normativa en Brasil apuntan a un escenario donde la reutilización será la norma en todas las nuevas construcciones de mediana y gran escala.

Referencias

ABNT - Asociación Brasileña de Normas Técnicas. NBR 16783: Uso de fuentes alternativas de agua no potable en edificios. Río de Janeiro, 2019.

HESPANHOL, I. Agua Reutilizada: Una alternativa estratégica para el abastecimiento de agua. São Paulo: Editora Técnica, 2015.

MAY, S. Estudio de la viabilidad técnica y económica de la reutilización de aguas grises en edificios residenciales. Tesis doctoral - Escuela Politécnica de la USP, São Paulo, 2010.

GONÇALVES, RF. Uso racional del agua en las edificaciones. Río de Janeiro: ABES, 2016.

SANTOS, JL et al. Análisis de la eficiencia de biorreactores de membrana en el tratamiento de aguas grises para su reutilización. Revista Brasileña de Ingeniería Sanitaria, vol. 25, n.º 4, 2023.