



Estudo sobre modalidades de reaproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas para uso residencial

OLIVEIRA, Leandro Menezes de ¹, ALVES, Lais Amaral²

¹Pós Graduando em Gestão, Gerenciamento e Controle de Obras Civas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

² Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil / Professor do Departamento de Engenharia Civil do CEFET/RJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 19 Out 2019

Revisão: 25 Out 2019

Aprovação: 30 Out 2019

Palavras-chave:

Reaproveitamento de águas,
águas pluviais,
águas cinzas

Resumo:

A garantia de oferta de água é uma necessidade básica da população, além de ser considerada estratégica do ponto de vista do desenvolvimento econômico e social do país. As mudanças climáticas, sobretudo o aumento da temperatura no planeta, aliado a menor disponibilidade dos afluentes que abastecem os centros urbanos são fatores impactantes sobre a distribuição de água. Diante deste cenário, este artigo tem como objetivo descrever as modalidades empregadas para o reaproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edificações residenciais. Trata-se de um estudo descritivo baseado em revisão de literatura sobre o tema apresentado, incluindo artigos, dissertações, teses e livros sobre o tema. Tendo em vista que a escassez de água é um problema enfrentado por diversos países e o Brasil, apesar de possuir uma grande reserva de água potável, apresenta importantes desigualdades em sua distribuição, encontrar soluções para o gerenciamento eficiente dos recursos hídricos torna-se urgente. O reaproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas se apresentam como alternativas viáveis do ponto de vista econômico e ambiental. A implantação de qualquer uma das duas modalidades envolve planejamento, sistemas e técnicas específicas.

1. Introdução

Segundo a Agencia Nacional de Águas (ANA) [1], a garantia de oferta de água deve ser prioridade, uma vez que se trata do atendimento à uma necessidade básica da população, além de ser considerada estratégica do ponto de vista do desenvolvimento econômico e social do país. Para enfrentar esse desafio, é necessário considerar a diversidade geográfica, climática, socioeconômica e de distribuição da população no território nacional,

considerando a tendência à urbanização há algumas décadas.

Nos centros urbanos, o abastecimento de água potável tem sido matéria de preocupação sanitária e ambiental. Segundo Sant'Ana; Boeger e Monteiro [2], à medida que a população cresce, o consumo aumenta, e com isso as concessionárias precisam aumentar sua captação para suprir o abastecimento público. Em paralelo, as mudanças climáticas, sobretudo o aumento da temperatura no planeta, tem se mostrado um fator impactante

sobre a distribuição de água, conforme explicado por Montes [3].

Questões como os diferentes climas nas diferentes regiões do território brasileiro influenciam na oferta de água. Um exemplo são as regiões semiáridas do nordeste que apresentam déficit hídrico. No entanto, regiões com grande potencial hídrico, como a Amazônica, também enfrentam problemas de abastecimento, relacionados em grande parte, com a precariedade da infraestrutura existente de acordo com a ANA [1].

O Brasil possui uma extensão territorial continental de 8,5 milhões de km², e com população em crescimento. Estima-se que em 2050 alcance o número de 232 milhões de habitantes, de acordo com o IBGE [4]. No entanto, podemos observar que essa distribuição da população acontece de maneira desproporcional, no entorno dos grandes centros urbanos, principalmente na região Sudeste. Essa característica sugere que a maior demanda por água ocorra nessas regiões, que, em sua maioria, não possuem efluentes capazes de se renovarem a contento [2,3].

Buscando assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, foi criada a Política Nacional de Recursos Hídricos em 1997 em forma da Lei 9.433 [5]. Apesar disso, no que diz respeito ao reúso de água, o Brasil ainda carece de legislação que regule e incentive tal prática. Algumas cidades tem buscado legislar sobre o tema como Curitiba/PR (Lei 10.785/2003) [6] e Maringá/PR (Lei nº 6.345/2003) [7], que regulamentaram a reutilização de águas cinzas. O município de Vitória/ES instituiu em 2007 o Programa de Conservação, Redução e Racionalização do uso de água nas edificações públicas através da Lei nº 7079 [8]. No Estado de São Paulo, a Lei nº 12.526/2007 [9] estabeleceu normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais incluído o seu uso não potável. Em 2016 o Rio de Janeiro publicou a lei estadual 7463 [10] que regulamenta os

procedimentos para armazenamento de águas pluviais e águas cinzas para reaproveitamento.

Diante de questões tão importantes e cada vez mais urgentes, o presente estudo se propõe a fazer uma revisão bibliográfica com o objetivo de descrever as modalidades empregadas para o reaproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edificações residenciais. Trata-se de um estudo descritivo baseado em revisão de literatura sobre o tema apresentado, incluindo artigos, dissertações, teses e livros sobre o tema.

2. A importância da conservação e do reúso da água

Em publicação do Sindicato da Indústria e Construção Civil (SINDUSCON) em parceria com a ANA [11], afirma-se que o aumento do consumo de água está diretamente relacionado ao aumento populacional. Aliado a isso, a poluição dos mananciais vem gerando uma redução na oferta de água doce, o que pode ser entendido como um limitador do desenvolvimento agrícola, urbano e industrial.

A frequente associação entre a escassez de água e as regiões áridas e semi-áridas é real, apesar de não ser uma exclusividade. Rodrigues [12] explica que áreas com abundante oferta de água doce também tem experimentado restrições de consumo relacionado às elevadas demandas. Para que se estabeleça o equilíbrio entre a oferta e a demanda, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos para a garantia da sustentabilidade do recurso hídrico e do desenvolvimento econômico e social a ele relacionado.

Uma alternativa é a aplicação do conceito de “substituição de fontes”, capaz de satisfazer demandas menos restritivas e liberar as águas de melhor qualidade para usos mais nobres. Em 1958, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas [13], estabeleceu uma política de gestão para áreas carentes de recursos hídricos em que se considera que nenhuma água de boa qualidade

deve ser utilizada quando seu uso tolerar águas de qualidade inferior.

Entende-se por água de qualidade inferior os efluentes de processos industriais e de esgoto, particularmente os de origem doméstica, águas de drenagem de pátios e agrícola e águas salobras. Essas devem ser consideradas como fontes para usos menos restritivos e, para que isso ocorra, é necessário o desenvolvimento de técnicas e tecnologias para o aproveitamento dessas fontes [11].

Nesse sentido, as práticas de conservação aliadas à gestão da demanda, reúso, reaproveitamento de águas pluviais, redução de perdas e redução da geração de efluentes são fundamentais na gestão dos recursos hídricos [11]. A aplicação dessas técnicas pelo homem trouxe novas possibilidades apesar do reúso de água, de maneira geral, já ser promovido com eficiência pela natureza há milhões de anos através do ciclo hidrológico, de acordo com Souza [14].

O reúso de água já vem sendo promovido pelo homem de maneira não planejada há muitos anos. Isso ocorre quando usuários de jusante captam águas que já foram utilizadas e devolvidas aos rios pelos usuários de montante [14]. Milhões de indivíduos no mundo são abastecidos por esta água de reúso, chamada de reúso indireto. Contudo, devido à crescente poluição, isso vem sendo substituído por formas diretas de reúso que consistem no uso planejado e deliberado de águas tratadas para certas finalidades, sem lançamento prévio em corpos superficiais ou subterrâneos, de acordo com a OMS [15].

Outra alternativa é o reaproveitamento de águas pluviais, realidade em diversos países como Alemanha, Estados Unidos da América e Japão. Neste último, por exemplo, há programas de auxílio financeiro para promover coleta e aproveitamento de águas pluviais em domicílios o que reduz os riscos de inundações e favorece a economia de água potável em usos menos nobres como jardinagem, lavagem de roupas, entre outros, conforme explica May [16].

O reúso de águas cinzas também é uma realidade em alguns países como o Japão, Estados Unidos da América, Canadá, Alemanha, Reino Unido e Israel. O Reino Unido, cita Dixon et al [17], tem utilizado os sistemas de reúso em pequena escala devido a sua maior viabilidade técnico-financeira em comparação aos sistemas maiores.

Soares e Gonçalves [18] citam algumas experiências exitosas no Brasil em relação à conservação da água, como a técnica para aproveitamento das águas cinzas para fins não potáveis empregada em condomínios residenciais. Contudo, um dos entraves para a implantação de sistemas de reúso de água e de aproveitamento de águas pluviais é a falta de incentivo governamental em forma de subsídio de taxas e impostos que poderiam aumentar a oferta e reduzir a demanda de água potável.

3. Reaproveitamento de águas pluviais

O reaproveitamento de águas pluviais já vem sendo implementado em diversos países como um meio simples e eficaz de minimizar o grave problema da escassez do recurso [16].

De maneira geral, a água é coletada em áreas impermeáveis como telhados, pátios ou áreas de estacionamento, sendo drenadas para os reservatórios de acumulação. Posteriormente, a água é tratada de maneira a atingir as especificações necessária para cada uso [11].

A NBR 15.527 [19] define, para fins de reaproveitamento, que a água da chuva será resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas e telhados onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais.

May [20] explica que reaproveitamento de águas pluviais envolve um sistema simples e de baixo custo de implantação, além de apresentar rápido retorno do investimento nas regiões de elevada precipitação pluviométrica. Quando comparada ao sistema de reutilização de águas cinzas, apresenta a vantagem de necessitar de tratamento mais simples. Sua

desvantagem está associada aos períodos de estiagem.

3.1. Componentes que fazem parte de um sistema de reaproveitamento de águas pluviais

O sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais é formado pelos seguintes componentes NBR 15.527 [19].

- Área de coleta: toda superfície impermeável da edificação que permite a coleta de água pluvial, como coberturas e fachadas. Na figura 1 está o exemplo de uma laje utilizada como área de coleta de acordo com Waterfall [21].

Figura 1: Área de coleta – laje: comprimento x largura



Fonte: Waterfall [21].

- Condutores: elementos horizontais (calhas) e verticais (tubos) que direcionam a água captada ao sistema de armazenamento. Recomenda-se o uso de peneiras para a obstrução da passagem de folhas e galhos.

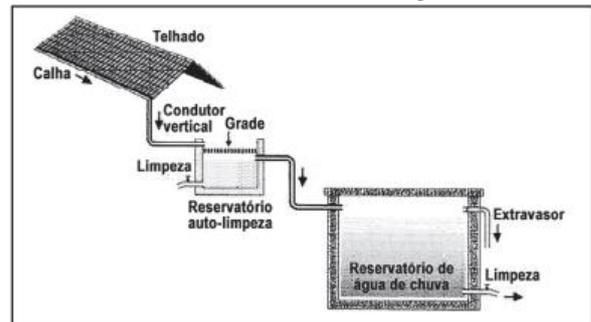
- Sistema de descarte da água de limpeza: considerando que a área de coleta é aberta, é importante o descarte automático ou manual da porção inicial da água, que faz a limpeza do telhado ou da superfície de coleta.

- Armazenamento: os reservatórios que recebem a água captada devem ser dimensionados considerando a precipitação média da região e o consumo mensal, de modo que seja viável a sua implantação, considerando a necessidade de área disponível e o custo da instalação.

- Tratamento de desinfecção: depende da qualidade da água coletada e do seu uso específico, podendo ser utilizado derivado clorado, raios ultravioleta, ozônio e outros.

Na figura 2 de Tomaz [22], observa-se um esquema de um sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais.

Figura 2: Esquema de funcionamento do sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais com reservatório de auto-limpeza



Fonte: Tomaz [22]

3.2. Cuidados na instalação e manutenção do sistema

May [16] cita os seguintes cuidados recomendados na instalação e manutenção do sistema de reaproveitamento de águas pluviais: instalar o reservatório de águas pluviais próximo ao condutor vertical; instalar dispositivo para evitar turbulência da água no fundo do reservatório; projetar o reservatório com pequena declividade no fundo para facilitar a limpeza; utilizar na tubulação de águas pluviais cores que a destaquem da tubulação de água potável além de roscas e torneiras especiais; instalar placa de aviso de água não potável; evitar a entrada de luz do sol no reservatório para reduzir a proliferação de microorganismos; manter a tampa de inspeção fechada; manter grade na saída do extravasor para evitar a entrada de animais; proceder à limpeza do reservatório uma vez ao ano, no mínimo; verificar a qualidade da água armazenada; verificar a necessidade de tratar e o tipo de tratamento a ser aplicado de acordo com o uso; garantir que não exista cruzamento das redes de água potável com água pluvial.

3.3. Uso de águas pluviais para fins não potáveis

Segundo Soares [23], a água pluvial coletada e armazenada pode ser utilizada para fins não potáveis como descarga de bacias sanitárias e mictórios, independentemente do sistema de acionamento; lavagem de logradouros, pátios, garagens e áreas externas; lavagem de veículos; sistemas de combate a incêndio e sistemas de ar condicionado. O Projeto de norma da ABNT/CE-002: 146.004 [24] cita ainda a irrigação para fins paisagísticos; uso ornamental como em fontes, chafarizes e lagos; sistema de resfriamento de água e arrefecimento de telhados.

4. Reúso de águas cinzas

4.1. Definição de águas cinzas

Franco e Moura [25] definem águas cinzas como aquelas provenientes de lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa e louça. Borges [26] explica que a água da pia da cozinha pode ser ou não caracterizada como água cinza, uma vez que sua concentração de microrganismos é muito alta, assim como a sua alcalinidade relacionada ao uso de detergentes.

Uma das suas vantagens das águas cinzas em relação ao uso de águas da chuva diz respeito à primeira não depender dos índices pluviométricos como ocorre com o uso das águas pluviais. Sua vazão depende exclusivamente do uso de água potável na edificação, sendo de fácil coleta [16].

As águas cinzas sofrem grandes variações na sua composição a depender da localização, ocupação da residência, faixa etária dos habitantes, estilo de vida, classe social, tipo de rede de distribuição e qualidade da água de abastecimento [27, 28]. Pode ser caracterizada de acordo com parâmetros físicos (temperatura, cor e turbidez); biológicos (coliformes fecais e totais) e químicos (compostos nitrogenados, fosforados, de enxofre, pH, alcalinidade, dureza, oxigênio dissolvido, condutividade,

óleos e graxas, surfactantes e cloreto) [16, 26].

4.2. Reúso de águas cinzas em residências

Reusar águas cinzas significa reaproveitar a água servida, após tratá-la, usando-a novamente em aplicações menos exigentes (geralmente aplicações não potáveis), encurtando o ciclo da natureza em favor do balanço energético [29].

A utilização de um sistema de reúso de águas apresenta como vantagens estimular o uso racional e a conservação de água potável, maximizar a infraestrutura de abastecimento de água e tratamento de esgoto (uma vez que reutiliza múltiplas vezes a água aduzida) e estimular a educação ambiental [30].

Como consequência pode contribuir para a preservação dos mananciais de água, uma vez que reduz o volume de água captada e o lançamento de esgoto sanitário, além de reduzir o consumo de energia elétrica. Por outro lado, há alguns riscos no reúso de águas cinzas em edificações, especialmente se houver negligência na sua gestão devido à presença de substâncias tóxicas e microrganismos patogênicos [31].

De acordo com as características das águas cinzas e tipo de reúso pretendido, é necessário que haja um tratamento adequado para evitar contaminação do usuário. Isso é realizado através de processos de filtração e desinfecção. A filtração pode ser realizada com areia ou membranas à depender da eficiência que se deseja alcançar. Parece haver maior eficiência na remoção de poluentes físicos e coliformes totais com o uso do biorreator com membrana. Posteriormente, a desinfecção com produtos químicos se faz necessária [32].

Considerando essas especificidades, percebe-se o desafio para a implantação de sistemas de reúso, uma vez que envolve o desenvolvimento de tecnologias que satisfaçam as exigências de segurança sem que sejam demasiadamente complexas [32].

4.3. Componentes que fazem parte de um sistema de reúso de águas cinzas

Os componentes que fazem parte do sistema de reúso de águas cinzas em edificações são, conforme May [16]:

- Coletores: sistemas de condutores horizontais e verticais que transportam o efluente proveniente da residência ao sistema de armazenamento, onde, posteriormente, será tratado. Não deve haver cruzamento entre os condutores de água potável e de reúso sob risco de contaminação.

- Armazenamento: reservatório de acumulação de águas cinzas provenientes dos pontos de coleta. Trata-se de um elemento estratégico que proporciona o equilíbrio entre o volume gerado e a demanda a ser atendida, especialmente nos momentos de baixa captação. Antes de dimensionar o sistema é importante mapear os picos de uso da água tratada, considerando que não necessariamente existirá equivalência de volume entre o efluente e o afluente ao longo do dia [16].

Um exemplo brasileiro citado por Gonçalves [33] diz respeito aos hábitos de banhos seguidos e prolongados que resultam numa produção de grande volume de águas cinzas. Nesse caso, se o principal uso for nas descargas sanitárias, haverá mais oferta do que demanda. Considera-se que aproximadamente 80% de todo volume de águas cinzas em uma edificação residencial são produzidos entre 6:00 e 9:00h, 11:00 e 14:00h e 17:00 e 21:00h.

- Tratamento: a escolha do processo de tratamento da água coletada e armazenada depende da sua qualidade e do seu uso final [16]. A NBR 13969 [34] propõe o tratamento dos efluentes dos tanques sépticos, incluindo alternativas para possibilitar a adequação da qualidade do efluente para o reúso, classificando-o em 4 classes, conforme tabela 1.

Tabela 1: Classificações e respectivos valores de parâmetros conforme reúso.

Classe	Parâmetro	Tratamento
Classe 1 - Lavagem de carros e outros usos em que o usuário tem contato direto com a água	- turbidez < 5 - CF < 200 NMP/100 mL; - sólidos dissolvidos < 200 mg/L - pH entre 6,0 e 8,0 - Cl entre 0,5 e 1,5 mg/L.	Tratamento aeróbio seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e cloração. Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante
Classe 2- lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos	- turbidez < 5 - - - CF < 500 NMP/100 mL, - - - Cl > a 0,5 mg/L.	Tratamento biológico aeróbio seguido de filtração de areia e desinfecção. Pode-se substituir a filtração por membranas filtrantes
Classe 3- reúso nas descargas dos vasos sanitários	- turbidez < 10 - CF < 500 NMP/100 mL.	As águas das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessário apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão
Classe 4: reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos	- CF < 5 000 NMP/100 mL - Oxigênio dissolvido > 2,0 mg/L.	Escoamento superficial ou sistema de irrigação pontual. As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

Fonte: ABNT [34]

4.4. Tratamento de águas cinzas

Os sistemas de reúso de águas cinzas variam desde o mais simples, nos quais se emprega o reúso direto, como exemplificado na figura 3 de Allen et al [35], até sistemas mais complexos, com múltiplas etapas de tratamento que podem envolver biorreatores, filtração e tanques de decantação e desinfecção.

Figura 3: Exemplo de reúso direto de águas cinzas

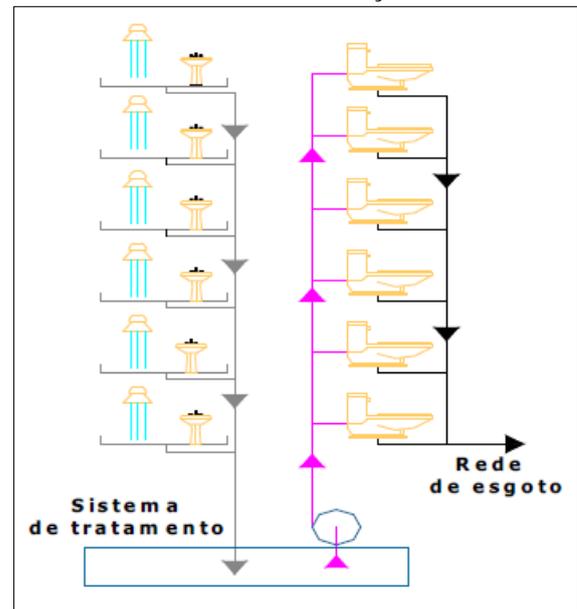


Fonte: Allen et al [35]

Na figura 3 observa-se um sistema de reúso imediato de águas cinzas vendido no Japão, Austrália, Estados Unidos da América e alguns países europeus. Esses sistemas geralmente envolvem alguma filtragem para capturar resíduos sólidos como fiapos, cabelos, entre outros. Também podem contemplar a desinfecção com o uso de pastilhas de cloro no reservatório [35].

A figura 4 apresenta um esquema explicativo de um sistema de reúso de águas cinzas em edificações proposto por Jefferson et al [36].

Figura 4: Esquema do sistema de reúso de águas cinzas em edificações



Fonte: Jefferson et al [36]

O principal critério que determina que tipo de tratamento deve ser empregado é a qualidade requerida e seu uso final. Segundo Gonçalves et al [31], os tratamentos mais complexos são necessários quando a água tratada é reutilizada dentro das edificações.

Friedler et al [37] citam pesquisas mundiais envolvendo vários tipos de tratamento de águas cinzas. Contudo, por se tratar de uma prática ainda pouco utilizada, a maioria dos sistemas não está disponível comercialmente. Grande parte deles baseiam-se em princípios físico-químicos, enquanto os mais novos incorporam algum tipo de tratamento biológico.

Gonçalves et al [31] explicam que as águas cinzas são tratadas através de processos semelhantes aos utilizados nas estações de tratamento de esgotos (ETE). Nas ETEs, são três os níveis de tratamento: no primário, os materiais grosseiros, flutuantes e sedimentáveis são removidos; no secundário, ocorre a degradação de compostos carbonáceos e de lodo biológico; no terciário, é realizada a remoção de nutrientes, materiais não biodegradáveis e do lodo, além da desinfecção.

De maneira semelhante as águas cinzas são tratadas com objetivo de reúso. Contudo,

as exigências em relação à qualidade do efluente são superiores no caso de reúso de águas cinzas, especialmente quando em edificações. Para tal, para garantir uma água de reúso com baixa turbidez, inodora e com baixa densidade de coliformes, uma Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) deve ser composta pelos três níveis [31].

4.4.1 Tratamento primário

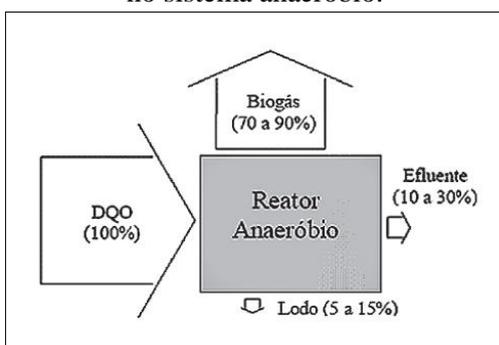
O tratamento primário das águas cinzas objetiva a remoção de partículas sólidas mais grosseiras como areais, cabelo, felpas de tecido, restos de alimentos, entre outros que possam estar presentes apesar da existência de ralos e grelhas nas instalações hidrosanitárias. Se não houver aproveitamento de águas cinzas provenientes da cozinha não é necessária a inclusão de caixas de gordura na ETAC [31].

4.4.2 Tratamento secundário

O tratamento secundário objetiva, de acordo com Campos [38], promover a degradação dos compostos carbonáceos a compostos mais simples como gás carbônico, biogases, água e amônia através da via aeróbia, anaeróbia ou ambas, sendo considerado um processo biológico.

Na figura 5 observa-se um sistema anaeróbio explicado por Chernicharo [39] em que ocorre a degradação do material orgânico presente na água cinza com formação de biogás (70-90%), biomassa microbiana ou lodo (5-15%) e o efluente propriamente dito que contém 10 a 30% da matéria orgânica nele presente antes do tratamento.

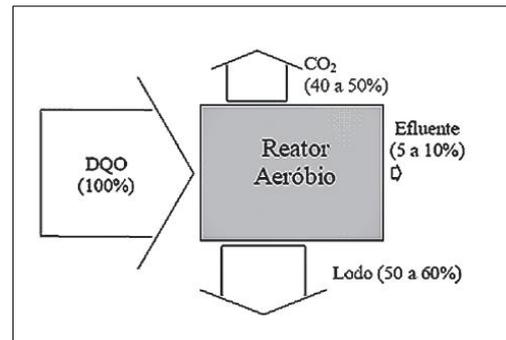
Figura 5: Conversão biológica da matéria orgânica no sistema anaeróbio.



Fonte: Chernicharo et al, [39]

O sistema aeróbio, esquematizado na figura 6, é responsável pela conversão de 40 a 50% da matéria orgânica da água cinza em gás carbônico. Outra fração dessa matéria orgânica (50-60%) é convertida em biomassa microbiana ou lodo. O restante do material não degradado (5-10%) sai no efluente. [39].

Figura 6: Conversão biológica da matéria orgânica no sistema aeróbio.



Fonte: Chernicharo et al, [39]

Considerando as exigências estéticas para reúso de águas cinzas em edificações, a etapa aeróbia de tratamento é obrigatória pois é a única que remove a turbidez. Todavia percebe-se importante vantagem no sistema anaeróbio no que diz respeito à redução do volume de biomassa/lodo, sendo indicada a sua associação ao sistema aeróbio, especialmente em países tropicais como o Brasil [31].

4.4.3. Tratamento terciário

O tratamento terciário de águas cinzas objetiva a desinfecção para inativar espécies de microrganismos presentes da água evitando danos à saúde humana. O método utilizado com maior frequência é o químico através da utilização de cloro e ozônio. Outra opção é a desinfecção por métodos físicos como a radiação ultravioleta, radiação gama e membranas filtrantes [31].

5. Considerações Finais

A escassez de água é um problema enfrentado por diversos países e o Brasil, apesar de possuir uma grande reserva de água potável, apresenta importantes desigualdades

em sua distribuição. Por este motivo, encontrar soluções torna-se urgente e o reaproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas são alternativas viáveis do ponto de vista econômico e ambiental.

O reaproveitamento de águas pluviais envolve a coleta da água da chuva, seu armazenamento e tratamento para uso posterior (geralmente não potável). Já o reúso de águas cinzas envolve a coleta, armazenamento e tratamento de água de lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa também para uso não potável. Esta última modalidade tem a vantagem de não depender dos regimes pluviométricos.

Apesar da potencialidade envolvendo ambos os usos, o Brasil carece de legislação específica sobre o tema, possuindo apenas leis estaduais com alguma regulamentação, mas sem incentivos fiscais para que residências e condomínios invistam nessa solução.

A implantação de qualquer uma das duas modalidades descritas envolve planejamento, sistemas e técnicas específicas que foram descritos nesse artigo que poderá ser consultado e subsidiar outros estudos na área.

6. Referências

- [1] BRASIL. Atlas Brasil. Abastecimento urbano de água: panorama nacional. Brasília: ANA, 2010.
- [2] SANT´ANA, D.; BOERGER, L.; MONTEIRO, L. Aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília – parte 1: reduções no consumo de água, Brasília, n.10, p.77-84, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/paraoa/article/view/10637/9363>>. Acesso em 13 ago 2019.
- [3] MONTES, M. P. Avances en la Gestión Integral del Agua Lluvia (GIALL): Contribuciones al consumo sostenible del agua, el caso de “Lluviatl” en México. Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo, Terrasa, n.3, p. 39-57. 2008. Disponível em:< <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2904691>>. Acesso em 25 jun 2019.
- [4] IBGE. Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em 07 set 2019.
- [5] BRASIL. Lei no. 9433 de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEI/S/L9433.htm>. Acesso em 08 jun 2019.
- [6] CURITIBA. Lei no. 10785 de 18 de setembro de 2003. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/2003/1078/10785/lei-ordinaria-n-10785-2003-cria-no-municipio-de-curitiba-o-programa-de-conservacao-e-uso-racional-da-agua-nas-edificacoes-purac>>. Acesso em 18 set 2019.
- [7] MARINGÁ. Lei no. 6345 de 15 de outubro de 2003. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a/pr/m/maringa/lei-ordinaria/2003/635/6345/lei-ordinaria-n-6345-2003-institui-o-programa-de-reaproveitamento-de-aguas-de-maringa>>. Acesso em 18 set 2019.
- [8] VITÓRIA. Lei no. 7079 de 14 de setembro de 2007. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a/es/v/vitoria/lei-ordinaria/2007/708/7079/lei-ordinaria-n-7079-2007-institui-o-programa-de-conservacao-reducao-e-racionalizacao-do-uso-de-agua-nas-edificacoes-publicas-no-municipio-de-vitoria>>. Acesso em 18 set 2019.
- [9] SÃO PAULO. Lei no. 12526 de 02 de janeiro de 2007. Disponível em: < <http://leisestaduais.com.br/sp/lei-ordinaria-n-12526-2007-sao-paulo-estabelece-normas-para-a-contencao-de-enchentes-e-destinacao-de-aguas-pluviais>>. Acesso em 18 set 2019.
- [10] RIO DE JANEIRO. Lei no. 7463 de 18 de outubro de 2016. Disponível em:<

- <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/397152384/lei-7463-16-rio-de-janeiro-rj>>. Acesso em 18 set 2019.
- [11] SINDUSCON. Conservação e reuso de águas em edificações. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.
- [12] RODRIGUES, R. As dimensões legais e institucionais do reuso de água no Brasil: proposta de regulamentação do reuso no Brasil. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.
- [13] UNITED NATIONS. Water for industrial use. Economic and Social Council. Report E/3058STECA/50, United Nations, New York, 1958.
- [14] SOUSA, A. F. S. Diretrizes para implantação de sistemas de reúso de água em condomínios residenciais baseadas no método APPCC – Análise de perigos e pontos críticos de controle. Estudo de caso Residencial Valville I. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.
- [15] WHO. Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards. Report of a WHO Meeting of Experts. Geneva, World Health Organization, n. 517, 1973b. Disponível em:<
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/41032>>. Acesso em 13 ago 2019.
- [16] MAY, S. Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e reaproveitamento de águas pluviais em edificações. Tese de doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.
- [17] DIXON, A. et al. Measurement and modeling of quality changes in stores untreated gray water. *Urban Water*, England, v. 1, n. 4, p.293-306, 1999. Disponível em:<
https://www.academia.edu/18523480/Measurement_and_modelling_of_quality_changes_in_stored_untreated_grey_water>. Acesso em 23 set 2019.
- [18] SOARES, D. A. F.; GONÇALVES, O. M. Fuzzy sets applied to the building reuse systems design. In: CIB W62 Seminar. Rio de Janeiro. Proceedings. CIB W62 Seminar, Rio de Janeiro, v. 1, p. B3-1 B1-8, 2001.
- [19] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15.527: Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- [20] MAY, S. Estudo do aproveitamento de águas pluviais para consumo não potável em edificações. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.
- [21] WATERFALL, P. H. Harvesting Rainwater for Landscape Use. University of Arizona Cooperative. Disponível em:<
<https://cals.arizona.edu/extension/ornamentalhort/waterquality/rainwaterharvest.pdf>>. Acesso em 15 jul 2019.
- [22] TOMAZ, P. Conservação da água. São Paulo: Parma, 1998.
- [23] SOARES, D. A. F. et. al. Considerações a respeito da reutilização das águas residuárias e aproveitamento das águas pluviais em edificações In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 12. Vitória, 1999. Anais. Vitória: ABRH, 1999, p.1-7.
- [24] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas Projeto de norma da ABNT/CE-002: 146.004 – Comissão de Estudo de Conservação de Água em Edificações: Uso de fontes alternativas não potáveis. Rio de Janeiro, 2018.
- [25] FRANCO, B. F. J.; MOURA, M. J. S. Emprego de *Wetlands* para reúso de águas cinzas em um condomínio residencial. Projeto final do curso de graduação de engenharia química. Escola de Engenharia Química da Universidade Federal Fluminense, Niterói 2017.

- [26] BORGES, L. Z. Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 2003.
- [27] BAZZARELLA, B. B. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.
- [28] BEGOSSO, L. Determinação de parâmetros de projeto e critérios para dimensionamento e configuração de wetlands construídas para o tratamento de águas cinzas. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2009.
- [29] METCALF & EDDY. Wastewater Engineering – Treatment and Reuse. 4. ed. New York: McGraw Hill, 2003.
- [30] ERIKSSON, E. et al. A characteristic of grey wastewater. *Urban Water, England*, v. 4, n. 1, p.58-104, 2002. Disponível em: <https://www.academia.edu/20680497/Characteristics_of_grey_wastewater>. Acesso em 23 set 2019.
- [31] GONÇALVES, R. F. et al. Gerenciamento de águas cinzas. In: GONÇALVES, R. F. *Uso racional da água em edificações*. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, v. 1, 2006.
- [32] JEFFERSON, B. et al. Greywater characterisation and its impact on the selection and operation of Technologies for urban reuse. *Water Science and Technology, London*, v. 50, n. 2, p.157-164, 2004. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15344786#>>. Acesso em 05 out 2019.
- [33] GONÇALVES, R. F. Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
- [34] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 13969: Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
- [35] ALLEN, L. et al. Overview of greywater reuse: the potential of greywater systems to aid sustainable water management. Oakland, California: Pacific Institute, 2010.
- [36] JEFFERSON, B. et al. Technologies for domestic wastewater recycling. *Urban Water, England*, v. 1, p.285-292, 1999. Disponível em: <<http://chs.ubc.ca/archives/files/pdf/Technologies%20for%20domestic%20wastewater%20recycling.pdf>>. Acesso em 01 out 2019.
- [37] FRIEDLER, E. et al. On-site greywater treatment and reuse in multistory buildings. *Water Science and Technology, London*, v. 51, n. 10, p.187-194, 2005. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/e30b/5055576b949406d418daa37d1ba8a3748a56.pdf>>. Acesso em 05 out 2019.
- [38] CAMPOS, J. R. Tratamento de esgoto sanitário por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
- [39] CHERNICHARO, C. A. L. et.al. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por sistemas de desinfecção. Belo Horizonte: FINEP, 2001.