

Nota Técnica 5 - Óleo de cozinha: problemática do descarte inadequado e soluções para o seu gerenciamento

Technical Note 5 - Cooking oil: problem of improper disposal and solutions for its management

Vera Tainá Mota¹, Marcela França Dias², Livia Cristina da Silva Lobato³, Bruna Soares Fernandes⁴,
Karine Diniz Soares⁵, Saulo Nonato de Souza⁶, Carlos Augusto de Lemos Chernicharo^{7*}

RESUMO

Resultante principalmente de processos de fritura, o óleo de cozinha residual (OCR) tem alto potencial poluidor no meio ambiente e o seu descarte nos ralos causa graves impactos nos sistemas de esgotamento sanitário. Elevadas concentrações de óleos e gorduras nos esgotos são um dos principais causadores de obstruções nas redes coletoras, elevando a frequência e os custos de manutenção. Nas estações de tratamento de esgoto (ETE), os óleos e gorduras induzem à formação de espuma e escuma, por conseguinte, reduzindo a eficiência global do tratamento e demandando a instalação de dispositivos próprios para sua remoção. Por outro lado, a valorização do OCR se apresenta como uma alternativa para geração de renda e empregos, unindo os três pilares da sustentabilidade: econômica, social e ambiental. A união coordenada do poder público, prestadores de serviço em saneamento, empresas, organizações e associações é determinante para o sucesso de ações de coleta, transporte e reciclagem de OCR.

Palavras-chave: esgoto; óleo de cozinha; meio ambiente; reciclagem.

ABSTRACT

Resulting mainly from frying processes, waste cooking oil (WCO) has a high polluting potential in the environment and its disposal in drains causes serious impacts on sewage systems. High concentrations of oils and fats in the sewers are one of the main causes of obstructions in the collecting networks, increasing the frequency and costs of maintenance. In wastewater treatment plants (WWTP), they lead to the formation of scum and foam, therefore reducing the overall treatment efficiency and requiring the installation of proper devices for their removal. On the other hand, WCO valorization is an alternative for generating income and jobs, uniting the three pillars of sustainability: economic, social and environmental. The coordinated union of public authority, sanitation service providers, companies, organizations and associations is decisive for the success of WCO collection, transport and recycling.

Keywords: sewage; cooking oil; environment; recycling.

¹Bióloga e Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (EESC-USP). Membro do INCT ETEs Sustentáveis.

²Bióloga e Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos e Doutora em Genética pela UFMG.

³Engenheira Civil pela UFMG. Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Membro do INCT ETEs Sustentáveis.

⁴Engenheira Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Doutora em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (EESC-USP). Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Membro do INCT ETEs Sustentáveis.

⁵Engenheira Sanitarista. Engenheira de Operação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa).

⁶Engenheiro Civil pela UFMG. Engenheiro de Operação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG.

⁷Engenheiro Civil pela UFMG. Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade de Newcastle upon Tyne - UK. Professor titular aposentado do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. Coordenador do INCT ETEs Sustentáveis.

(*) Endereço para correspondência: Avenida Antônio Carlos 6627 - Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Bloco 1, Belo Horizonte, MG. CEP: 31270-901. e-mail: calemos@desa.ufmg.br

1. INTRODUÇÃO

Óleos, gorduras e graxas (O&G) são compostos orgânicos de natureza apolar contendo triglicérides, os quais são formados por ácidos graxos e glicerol. Usualmente, são diferenciados pelo estado físico em que se encontram à temperatura ambiente: (i) os óleos são líquidos à temperatura ambiente por serem ricos em ácidos graxos insaturados; (ii) as gorduras são sólidas à temperatura ambiente por serem ricas em ácidos graxos saturados; e (iii) as graxas se referem popularmente ao material oleoso solidificado ou a lubrificantes pastosos. No esgoto sanitário, a origem de O&G provém principalmente dos óleos e gorduras utilizados na cozinha, como óleos de soja, palma, canola, milho, girassol e oliva, margarina, manteiga, banha e tecidos animais; contabilizando cerca de 10% da matéria orgânica carbonácea desses efluentes. Assim, enfoque especial será dado ao óleo de cozinha residual (OCR) do processamento de alimentos, especialmente frituras, gerados em grandes volumes nas residências e em estabelecimentos comerciais alimentares, mas também em estabelecimentos industriais, comerciais e prestadores de serviços que têm agregados a sua atividade principal a preparação de alimentos (p. ex.: refeitórios de hospitais e indústrias).

O OCR tem um enorme potencial poluidor. Uma vez no meio ambiente, pelo lançamento direto, presente no esgoto bruto ou remanescente do tratamento, ou, ainda, carreado pelos resíduos sólidos (lixo), o óleo causa graves impactos nos corpos hídricos e solo. Há autores que sugerem um potencial teórico de contaminação de até 1.000.000 de litros de água por litro de óleo (CÉSAR *et al.*, 2007; KUMAR e NEGI, 2015). Ademais, acarretam impactos no sistema de esgotamento sanitário, desde o ponto de geração (p. ex.: entupimento de ralos de pias, tubulações e caixas de gordura), se estendendo por todo o sistema de coleta e transporte (p. ex.: redução da seção de escoamento de tubulações da rede coletora, formação de camada de material flutuante nos poços de sucção de estações elevatórias), e na própria estação de tratamento de esgoto (ETE). Nesta, sérios problemas operacionais e de manutenção podem ocorrer em função da formação de crostas de materiais flutuantes (escuma) na superfície de diferentes unidades de tratamento.

Esta nota técnica (NT) apresenta um panorama geral da problemática do descarte de OCR no esgoto, considerando

os impactos na rede coletora, nos sistemas de tratamento e no meio ambiente. Considera-se que, por meio da melhoria do gerenciamento do descarte do óleo usado, é possível minimizar os impactos ambientais e econômicos, e ao mesmo tempo gerar renda e empregos pela coleta e reciclagem de OCR para produção de outros produtos, como sabões, tintas e biodiesel. São apresentadas medidas de boas práticas a serem adotadas nos locais geradores desses resíduos bem como nos sistemas de esgotamento sanitário. Por fim, a atual legislação que versa sobre a disposição e aproveitamento de OCR é comentada. Esta NT está estruturada nos seguintes tópicos: (i) produção e impactos no meio ambiente; (ii) impactos nos sistemas de esgotamento sanitário; (iii) boas práticas para o descarte e gerenciamento de OCR; (iv) reciclagem de OCR para a produção de biodiesel; (v) diretrizes legais relacionadas ao OCR.

2. GERAÇÃO DE OCR E IMPACTOS DO SEU DESCARTE INADEQUADO

Segundo Teixeira *et al.* (2018), o consumo anual total de óleos vegetais, no Brasil, foi de 17,86 kg por habitante, o que resultaria em 3.782,7 mil toneladas por ano para uma população de 211,8 milhões de habitantes (IBGE, 2020). Adotando-se o fator de 0,32 proposto pelos autores para a estimativa da produção de OCR pelo total de óleo consumido, a produção de OCR para o ano de 2020 seria em torno de 1.210,5 mil toneladas. A prática frequente e incorreta de descarte desse resíduo diretamente nos ralos de pias, associada a insuficiente coleta e reciclagem do OCR, está atrelada a graves impactos no meio ambiente e em todo o sistema de esgotamento sanitário. Supondo uma cidade de 100 mil habitantes onde não haja coleta do OCR e a população descarte-o diretamente nos ralos, isso implicaria em cerca de 1,6 tonelada de óleo no esgoto por dia.

Na **Tabela 1** são apresentados os principais problemas ocasionados pelo descarte inadequado de OCR.

2.1. Impactos nos locais geradores de OCR

O descarte de OCR nos ralos das pias pode provocar transtornos já no interior da residência, tendo em vista a possibilidade de acúmulo e retenção no interior das tubulações e conexões localizadas entre a pia e a caixa de gordura. O

resultado mais comum é o entupimento da instalação sanitária predial, provocando o refluxo esgoto pelos ralos, emanação de maus odores e danos às tubulações locais (**Figura 1**).

2.2. Impactos no sistema de coleta e interceptação

Na rede coletora, o óleo que é despejado nas pias se deposita nas paredes das tubulações, processo ocasionado principalmente pela reação de saponificação entre os ácidos graxos livres presentes nos O&G e o cálcio presente no esgoto e

Tabela 1 – Principais problemas associados ao descarte inadequado de OCR.

Local	Problemas
Local onde é gerado o OCR	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de maus odores. • Entupimentos e retorno de esgoto. • Danos às tubulações locais.
Rede coletora de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> • Obstrução de tubulações. • Corrosão de estruturas metálicas e de concreto. • Aumento dos custos e frequência de manutenção. • Formação de <i>fatbergs</i>.
Sistemas de tratamento de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento dos custos de operação e manutenção. • Necessidade de adicionar dispositivos exclusivos para a remoção física de O&G. • Formação de espuma, sobretudo em reatores anaeróbios. • Proliferação de bactérias filamentosas em reatores aeróbios e consequente. • Aumento de sólidos no efluente tratado. • Redução da eficiência global do sistema de tratamento.
Ambientes aquáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Acúmulo na superfície da água, dificultando as trocas gasosas e a passagem de luz. • Alterações nas propriedades dos mananciais (acidez, viscosidade e calor específico). • Impactos no processo de depuração. • Mortandade de animais, vegetais e microrganismos.
Solos	<ul style="list-style-type: none"> • Impermeabilização e favorecimento de enchentes. • Contaminação do lençol freático.



Figura 1 – Entupimento de pia ocasionado por mau uso.

nas tubulações de concreto (HE *et al.*, 2013). Outros metais, como ferro (Fe) e sódio (Na), podem contribuir para as reações de saponificação, e também pode ocorrer depósito de O&G mesmo na ausência de metais por meio do processo de cristalização (GROSS *et al.*, 2017). A deposição de O&G nas redes coletoras pode ser potencializada pela aglomeração de outros resíduos (p. ex.: restos de alimentos, cabelo, fio dental, papel etc.), formando blocos que causam obstrução, entupimento e, eventualmente, extravasamento do esgoto nos logradouros públicos (**Figura 2**), o que por sua vez oferece riscos sanitários e transtornos à população. A remoção desses blocos demanda maiores frequências de manutenção e acarreta custos extras ao sistema de esgotamento sanitário. Certamente, a gordura constitui uma das principais causas de entupimento das redes coletora de esgoto.

Na União Europeia, há relatos recentes da ocorrência de uma série de grandes blocos, denominados *fatbergs* (em referência às gorduras ‘fat’ e aos grandes blocos de gelo ‘icebergs’), que obstruem as tubulações de esgoto. Os *fatbergs* são formados pelo acúmulo de materiais gordurosos que se juntam com outros materiais não biodegradáveis, como lenços umedecidos, fraldas e cotonetes (WALLACE *et al.*, 2017) (**Figura 3a e Figura 3b**). A formação dos *fatbergs* é favorecida pelos processos de corrosão das tubulações devido à atividade microbiana (oxidação do sulfeto do esgoto em ácido sulfúrico) que propicia a lixiviação de cal proveniente do cimento das tubulações, que por sua vez interage com O&G presente no esgoto (ROYCHAND *et al.*, 2021).



Figura 2 – Manutenção da rede coletora mostrando acúmulo de material gorduroso.

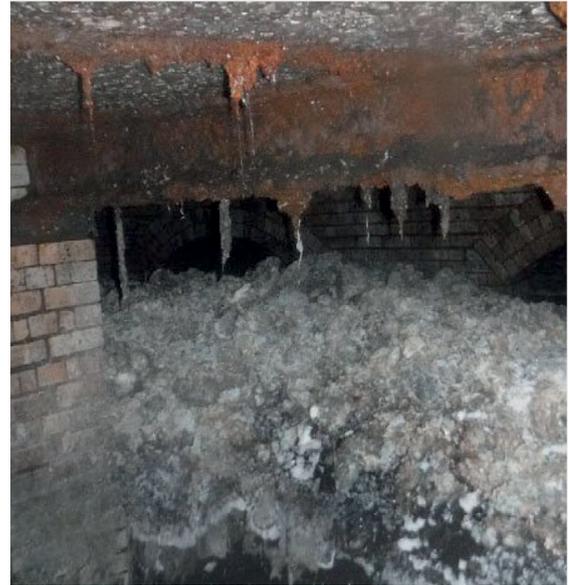
(a) Fonte: <https://www.thameswater.co.uk/>(b) Fonte: <https://www.southwestwater.co.uk/>

Figura 3 – Tubulações obstruídas pela ocorrência de *fatbergs* na Inglaterra: (a) Foto obtida no site da empresa Thames Water, uma empresa privada responsável pelo abastecimento público de água e tratamento de águas residuais na maior parte de Londres, fonte: <https://www.thameswater.co.uk/>; (b) Foto obtida no site da empresa South West Water responsável pelo fornecimento de serviços de água potável e águas residuais em algumas regiões do Reino Unido, fonte: <https://www.southwestwater.co.uk/>

Em algumas regiões de Londres, em 2019, foram retiradas 140 toneladas de *fatbergs* pela companhia de saneamento local e os prejuízos contabilizados para a remoção de *fatbergs* em Londres e Vale do Tâmesa chegam a £18 milhões por ano (cerca de R\$143 milhões) (THAMES WATER, 2019).

2.3. Impactos nas ETEs

Nas ETEs, o aporte de O&G provoca a obstrução das tubulações e prejuízos ao funcionamento das unidades de tratamento (p. ex.: decantadores primários, lagoas anaeróbias e reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo - UASB, do inglês *upflow anaerobic sludge blanket*) (WALLACE et al., 2017). Pela baixa densidade em relação à água, os O&G tendem a flotar e se acumularem nas camadas superficiais, e outros materiais flutuantes se aglomeram nessa massa oleosa levando à formação de espuma, a qual muitas vezes impõe dificuldades para sua remoção e eleva os custos de manutenção e operação. Conforme levantado pela Associação Europeia da Indústria de Biomassa, estima-se que a presença de O&G no esgoto

eleva os custos do tratamento em até 25% (EUBIA, 2015). Além disso, o aporte de altas concentrações de O&G no esgoto pode causar sobrecarga orgânica nos reatores biológicos e, devido às características de lenta degradação, resultar na menor eficiência do tratamento.

Apesar da possibilidade de remoção de parte dos O&G no tratamento preliminar, e também da espuma e materiais flutuantes nas unidades de decantação primária e secundária, maiores impactos são usualmente observados nas unidades de tratamento biológico. Nas unidades de tratamento anaeróbio, como filtros anaeróbios, reatores UASB e digestores de lodo, a formação de camadas espessas de espuma impõe grandes dificuldades de manutenção e operação (Figuras 4 e 5). Estas unidades, por serem fechadas, dependem da instalação de dispositivos internos para desagregação e remoção da camada de espuma que se acumula na parte superior dos tanques, notadamente na interface com o compartimento de gases. Especialmente nos reatores UASB, a acumulação de espuma no interior dos separadores trifásicos tem

se constituído em um dos principais problemas operacionais, uma vez que a sua remoção é dificultada pelo acesso limitado a esses compartimentos. A acumulação de espuma no separador trifásico tende a impedir a liberação do biogás produzido no reator, ocasionando problemas ao funcionamento de todo o sistema de tratamento, destacando-se (CHERNICHARO *et al.*, 2018):

- Passagem do biogás para o compartimento de decantação, com impactos diretos sobre a qualidade do efluente (perda de sólidos) e sobre os níveis de emissão de gases odorantes e de efeito estufa.
- Redução da recuperação de biogás para fins de queima e/ou de aproveitamento energético.



Figura 4 - Escuma na unidade de decantação do reator UASB.



Figura 5 - Escuma solidificada no reator UASB.

- Redução do volume útil da câmara de gás e modificação de sua pressão de operação.
- Danificação das paredes do separador trifásico pelo espessamento da camada de espuma. Esses danos podem até mesmo causar ruptura das estruturas, notadamente quando essas são confeccionadas com materiais de menor resistência, como lonas plásticas, chapas/ telhas metálicas ou de amianto etc.

Nos sistemas aeróbios, o material gorduroso pode se depositar nos flocos microbianos, e reduzir a eficiência da transferência de oxigênio, afetando negativamente a atividade dos microrganismos (WALLACE *et al.*, 2017). Outro problema apontado é a proliferação de bactérias filamentosas em sistemas de lodos ativados (**Figura 6**). Estas bactérias utilizam O&G para produzirem uma parede celular de baixa densidade que as fazem flutuar, e podem produzir biossurfactantes ocasionando a formação de espuma (GERARDI, 2006; WAKELIN e FORSTER, 1997).

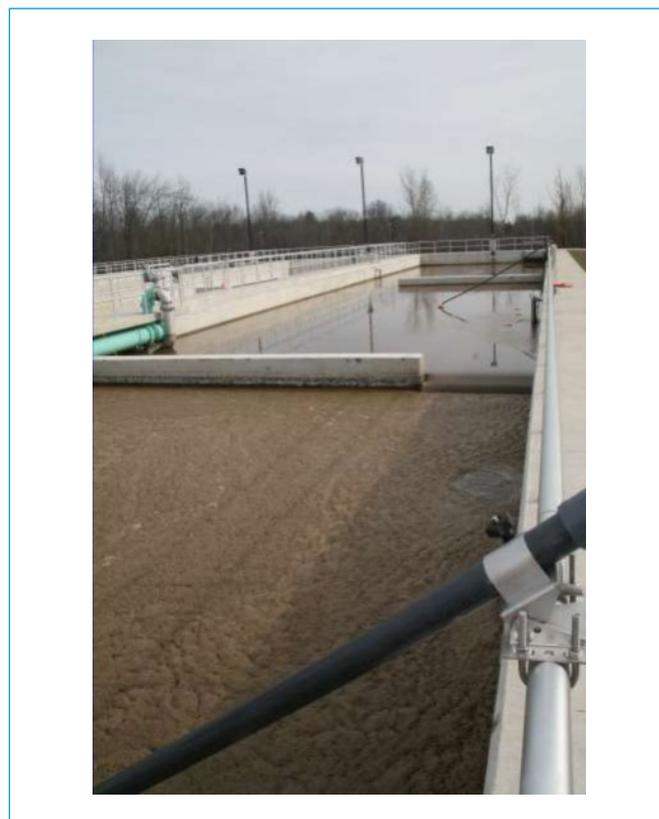


Figura 6 - Formação de espuma e flotação do lodo no tanque de aeração pelo crescimento excessivo de bactérias filamentosas. Processo conhecido como *bulking*.

Esses fatores contribuem para o aumento da perda de biomassa e de espuma no efluente tratado, levando à menor eficiência do tratamento. Nos decantadores secundários, a camada oleosa contribui para a flotação do lodo.

Assim, ainda que unidades e dispositivos específicos para a remoção de O&G não sejam usualmente implementados, dependendo das cargas de O&G afluente, estes podem ser requeridos, demandando alterações ou novos *designs* de sistemas de tratamento para se evitar problemas nos reatores biológicos, sobretudo nos reatores UASB (CHERNICHARO, 2007). Melhorias na etapa do tratamento preliminar podem contribuir para a remoção de O&G, como uso de desarenadores aerados (BRESSANI-RIBEIRO *et al.*, 2018) e separadores de óleo-água API - American Petroleum Institute (ENGLANDE JR. e KRENKEL, 2003). Porém, muitas vezes a remoção, nessa etapa, de O&G e outros materiais que contribuem para a formação de espuma não tem se mostrado satisfatória, razão pela qual dispositivos para a coleta de espuma no interior dos separadores trifásicos dos reatores UASB devem ser utilizados. Canaletas, coletores na forma de cuba e sistemas de remoção hidrostática de espuma constituem os dispositivos mais comuns para essa finalidade (LOBATO *et al.*, 2018).

Embora seja possível a instalação de unidades e dispositivos específicos para a remoção de O&G, isso não é suficiente para eliminar completamente os problemas de obstrução das tubulações e eventuais prejuízos à eficiência do tratamento; portanto, evitar o descarte de óleos e gorduras no esgoto é a mais importante medida e, geralmente, é feita por campanhas de sensibilização da população (WALLACE *et al.*, 2017).

2.4. Impactos nos corpos hídricos e solo

Nos corpos hídricos, devido à sua baixa densidade, o óleo acumula-se na superfície da água, dificultando as trocas gasosas e a passagem de luz, além de, segundo estudo prévio, atingir temperatura de até 60 °C quando exposto ao sol (PITTA JÚNIOR *et al.*, 2009). Quando misturado à água, causa alterações de características físico-químicas e a degradação do óleo pode resultar em subprodutos tóxicos (HANISAH *et al.*, 2013). Consequentemente, essas alterações no ambiente aquático podem impactar no processo

de depuração dos corpos d'água e provocar a mortandade de animais, vegetais e microrganismos.

O óleo descartado na lixeira, se não acondicionado e disposto devidamente, pode infiltrar-se no solo e contaminar as águas subterrâneas, que muitas vezes são fontes de água para o consumo humano. Regiões com lençóis freáticos contaminados por óleos vegetais podem oferecer problemas para o cultivo de uma série de culturas (TRASHIN, s.d.). Adicionalmente, o óleo pode acarretar ainda à impermeabilização do solo, e propiciar a ocorrência de enchentes (ZUCATTO *et al.*, 2013).

3. BOAS PRÁTICAS PARA O DESCARTE E GERENCIAMENTO DE OCR

Conforme apresentado anteriormente, óleos e gorduras lançados no meio ambiente e no esgoto causam grandes impactos ambientais, econômicos e dificuldades operacionais nos sistemas de esgotamento sanitário. Assim, por necessitar que seja devidamente acondicionado em recipiente fechado para seu descarte e, em hipótese alguma, poder ser despejado em ralos com destinação aos esgotos, o OCR é considerado um resíduo sólido para fins de gerenciamento, devendo seguir as respectivas regulamentações, como abordado em maiores detalhes no item 6.

Mas, se por um lado o OCR causa grandes transtornos, por outro esse resíduo tem um grande potencial para geração de renda e empregos pela sua reciclagem em diversos produtos, como sabões, tintas e biodiesel. Neste item são abordadas boas práticas a serem adotadas em diferentes esferas para o adequado descarte e gerenciamento de OCR.

3.1. Nos locais geradores de OCR

O descarte de óleos e gorduras nos ralos deve ser sempre evitado, prevenindo-se assim entupimentos, obstruções na rede coletora, danos aos sistemas de tratamento de esgoto e poluição ambiental. Portanto, as boas práticas para o descarte de OCR começam nos próprios domicílios e estabelecimentos comerciais alimentares. O Informe Técnico da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) nº 11, de 5 de outubro de 2004 apresenta recomendações,

principalmente, para o uso correto do óleo no processo de fritura de alimentos, com o propósito de minimizar a decomposição do óleo, prolongar sua vida útil e reduzir os fatores de risco à saúde (ANVISA, 2004).¹

Para o recolhimento e encaminhamento do OCR, recomenda-se os seguintes procedimentos²:

1. Aguardar o óleo esfriar.
2. Com o uso de um funil, transferir para um recipiente de armazenamento com tampa (de preferência a própria embalagem do óleo, mas também podem ser usadas garrafas PET e outros recipientes com boa vedação), evitando-se odores e insetos.
3. Entregar em um ponto de coleta ou diretamente a catadores. No caso de estabelecimentos comerciais que geram OCR em grandes quantidades, em vários municípios pode ser feito o cadastramento para que os serviços de gerenciamento de óleo de cozinha recolham diretamente no local de origem.
4. Retirar o excesso de óleo restante dos utensílios usados com papel toalha e descartar no lixo comum.

Essas simples medidas são de extrema importância para evitar os problemas relacionados ao descarte inadequado do OCR. É ainda importante combiná-las ao descarte correto, em lixeiras, de outros materiais, como restos de alimentos, lenços umedecidos, absorventes, papel etc., que, se jogados nos ralos de pias ou vasos sanitários, podem potencializar os efeitos danosos relacionados à obstrução e entupimentos de tubulações de esgoto.

Ainda assim, parte dos óleos e gorduras utilizados na culinária é direcionada para o esgoto. Para retê-los nos locais geradores, evitando impactos nos sistemas públicos de esgotamento sanitário, é imperativo o uso de caixas de gordura, que têm como função reter óleos e gorduras das cozinhas (**Figura 7**). Estas devem ser instaladas necessariamente nas residências, condomínios e estabelecimentos comerciais. Como os óleos e gorduras são menos densos que a água, eles formam camadas na superfície e são retidos na caixa de gordura, e o restante do esgoto passa por

gravidade pela tubulação. A NBR ABNT 8160:1999 estabelece as características desejáveis e os critérios para o dimensionamento das caixas de gordura em sistemas de esgotamento sanitário (ABNT, 1999). Atualmente também há a opção de comprar caixas de gordura pré-fabricadas, as quais geralmente possuem sistema facilitado para a manutenção.

Muitas vezes a obstrução da rede coletora de esgoto é causada pela manutenção inadequada da caixa de gordura. Assim, é essencial que a limpeza da caixa de gordura seja feita periodicamente para evitar a obstrução das tubulações, mau cheiro e retorno de esgoto. É importante também averiguar as recomendações para a instalação, manutenção e limpeza periódica dos prestadores de serviço em saneamento e diretrizes legais locais.

A limpeza da caixa de gordura deve ser feita preferencialmente de forma manual, sem o uso de produtos químicos. Com uma pá ou concha, utilizando luvas de borracha, basta retirar o material gorduroso que se acumula nas camadas superiores (pastoso ou sólido), restando somente líquido na caixa. O material retirado deve ser acondicionado em um recipiente ou saco plástico fechado e descartado no lixo ou encaminhado para caminhões limpa-fossa. Especialmente em caso de estabelecimentos comerciais, nos quais a geração de OCR é muito elevada, pode ser necessário contratar empresas especializadas para a manutenção das caixas de gordura. Na **Tabela 2** são apresentadas recomendações quanto à periodicidade para a limpeza, condicionada à quantidade de óleos e gorduras presente no esgoto.

3.2. Pelos prestadores de serviço em esgotamento sanitário

Haja vista os grandes impactos econômicos e operacionais dos óleos e gorduras no esgoto, é de interesse dos prestadores de serviço em esgotamento sanitário que a população descarte adequadamente o OCR. As companhias de saneamento, autarquias e órgãos municipais responsáveis pela prestação dos serviços de esgotamento sanitário podem: (i) fazer parcerias com entidades que atuam na coleta e reciclagem de OCR, as quais são apresentadas adiante (**Tabela 3**); (ii) promover ações de conscientização e sensibilização da população; e (iii) facilitar a coleta do OCR por meio da instalação de pontos

1 O documento pode ser consultado no endereço eletrônico: <http://antigo.anvisa.gov.br/>.

2 Adaptado da iniciativa setorial Óleo Sustentável - Passo a Passo para o Descarte Adequado. Disponível em: < <https://www.oleosustentavel.org.br/>>.

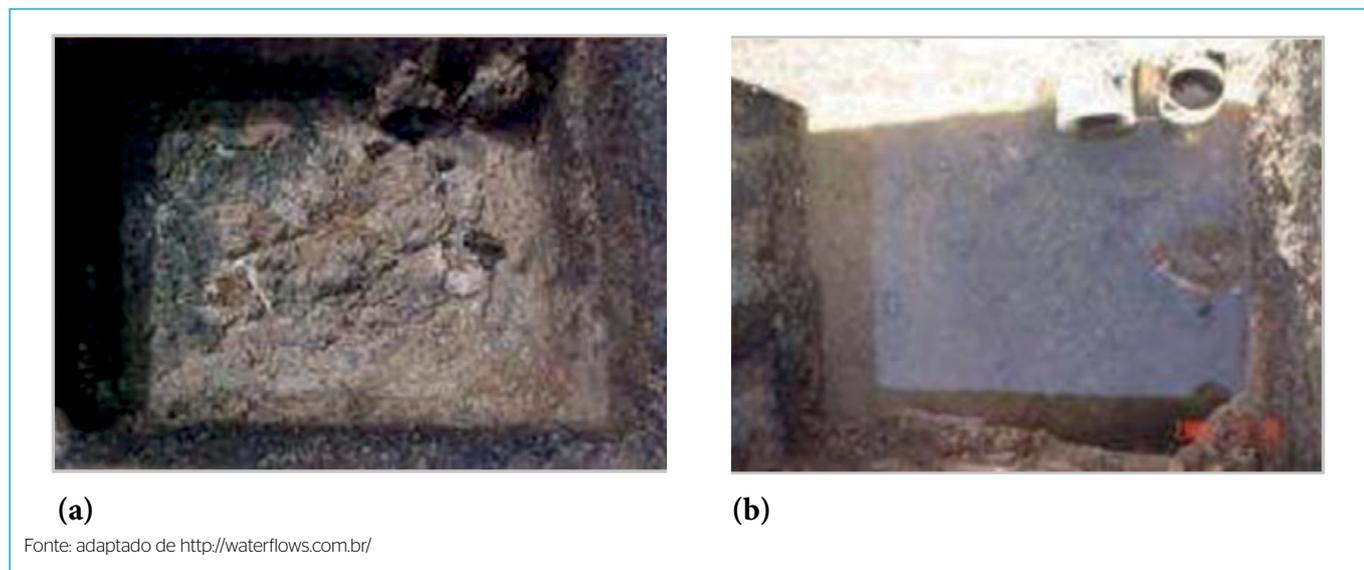


Figura 7 – Caixa de gordura: (a) antes; (b) após a limpeza.

Tabela 2 – Periodicidade sugerida para limpeza de caixas de gordura.

Gerador	Frequência de limpeza
Residências comuns	A cada 6 meses
Apartamentos	A cada 3 meses
Bares e restaurantes de pequeno porte ou pousadas	Uma vez por mês
Grandes restaurantes, ou restaurantes com comida tipicamente gordurosa (cadeias de <i>fast food</i>)	Uma vez por semana

Adaptado de Blog Limpa Fossa - Limpeza de caixa de gordura: o que diz a legislação. Matéria de 26/06/2019. Disponível em: < <https://www.limpafossa.com.br/limpeza-de-caixa-de-gordura-o-que-diz-a-legislacao/> >

coletores (“ecopontos”). A seguir são listadas algumas ações, baseadas em experiências divulgadas por prestadores de serviço em esgotamento sanitário e outras entidades, que contribuem para evitar o descarte de OCR no esgoto e os problemas associados:

- Parceria com supermercados, centros educacionais, igrejas, órgãos públicos, empresas etc., para instalação de ecopontos, recolhimento do OCR e abordagem à população.
- Campanhas de educação ambiental nas comunidades e escolas, por meio de palestras, material impresso e outras atividades para sensibilização quanto aos impactos nos sistemas de esgotamento sanitário e no meio ambiente do descarte inadequados nos ralos e conscientização

sobre a destinação adequada do OCR, com orientações para as práticas de fritura, armazenamento e entrega do OCR.

- Orientação da população quanto ao descarte correto de outros resíduos que potencializam os entupimentos e obstruções das redes coletoras, o que pode ser feito juntamente com os responsáveis pelos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos.
- Distribuição de recipientes para armazenamento do OCR (**Figura 8**).
- Apoio, por meio da instalação de ecopontos, transporte do óleo, capacitação de pessoas e disponibilização de recursos a associações de moradores e cooperativas para transformação do óleo usado em sabões e detergentes.
- Incentivos financeiros (p. ex.: desconto na tarifa de água) ou permuta com outros produtos (p. ex.: sabões produzidos com o óleo) aos que aderirem aos programas de coleta do OCR.
- Utilização do biodiesel feito a partir do OCR para abastecimento dos veículos utilizados para o transporte do óleo dos pontos de coleta às usinas, bem como dos veículos de órgãos públicos, associações e empresas parceiras.
- Fiscalização da instalação e manutenção de caixas de gordura nos domicílios e estabelecimentos comerciais.
- Manutenção preventiva das redes coletoras para evitar episódios de extravasamentos.

Tabela 3 – Exemplos de iniciativas coletivas para a coleta e reciclagem de OCR.

Entidade	Área de atuação	Parceiros	Como funciona	Pontos de coleta	Destinação do óleo	Educação Ambiental	Página web
Programa Óleo Sustentável: Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove), Sindicato da Indústria de Óleos Vegetais e seus Derivados do Estado de São Paulo (Sindoleo)	Cidades de diversos estados (BA, CE, GO, MG, MS, PE, PR, RJ, RS, SC, SP)	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Empresas: ADM, Bunge, Cargill, IMCOPA, LDC.	Os geradores de OCR devem acondicionar adequadamente o resíduo em recipientes fechados e entregar em um dos pontos de coleta voluntária. Grandes redes de <i>fast-food</i> clientes da Cargill: o óleo é recolhido nos locais geradores e gerenciado pelo programa. Demais geradores: devem acondicionar o óleo em recipiente adequado e entregar em um ecoponto.	São 2156 ecopontos (somente na cidade de São Paulo são mais de 500 pontos). A lista por cidade pode ser consultada em seu endereço eletrônico.	Produção de biodiesel, tintas, verniz e sabão biodegradável.	Vídeos educativos, reportagens, publicações (histórias em quadrinhos). Ações de educação, conscientização e orientação quanto ao processo de separação e armazenamento do resíduo	oleos-sustentavel.org.br
Programa Liza Ação Renove: Cargill por meio da marca de óleo Liza	Abrangência em 17 estados e cerca de 230 cidades	Residual (gestão do programa), empresas coletoras parceiras		São aproximadamente 650 ecopontos, distribuídos em 8 estados e 150 cidades do Brasil.	100% destinado para a produção de biodiesel.		liza.com.br/acao-renove-o-melior-ambiente/
Ecoléo - Associação Brasileira para Sensibilização, Coleta e Reciclagem de Óleo Comestível (entidade ambientalista)	Todo o país, especialmente no estado de São Paulo.	ONGs e empresas associadas	Os geradores de OCR devem acondicionar adequadamente o resíduo em recipientes fechados e entregar em um dos pontos de coleta voluntária.	Para coleta acima de 50 L, os geradores devem entrar em contato com a Ecoléo que providencia a coleta. Quando a quantidade é menor, o gerador deve levar o OCR a um ecoponto. A lista dos ecopontos pode ser consultada no endereço eletrônico.	Produção de sabão, tintas e vernizes, graxa, biodiesel etc.	Divulgação de reportagens e entrevistas (TV Ecoléo).	ecoleo.org.br/
Recóleo Coleta e Reciclagem de Óleo Vegetal (empresa)	Estado de Minas Gerais, com sede na capital, Belo Horizonte.	CETEC, PHT, UFLA, Ascóleo, Abrasel, SMMA, Icatu Meio Ambiente, prefeituras municipais.	Estabelecimentos comerciais que geram grandes volumes de OCR: são firmados acordos e a Recóleo disponibiliza vasilhames e realiza a coleta periódica em estabelecimentos cadastrados. Clientes domiciliares: estes devem levar o óleo em recipiente adequado a um dos pontos de coleta	Os ecopontos de coleta domiciliar na cidade de Belo Horizonte podem ser consultados no endereço eletrônico	Uso na fabricação de massa de vidro, pré-moldados de concreto, solvente, óleos lubrificantes, cosméticos e combustíveis, principalmente, biodiesel.	Vídeos educativos, livros, cartilhas, folders, cartazes, campanhas educativas na rede pública e particular de ensino, programas de capacitação de docentes e tutores ambientais.	recoleo.com.br/
Ecológica - Coleta e Comércio de Óleos Vegetais (empresa)	Estado do Rio Grande do Sul, especialmente a capital Porto Alegre.	Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) de Porto Alegre, outras prefeituras e câmaras municipais.	Estabelecimentos comerciais que produzem OCR: o óleo é coletado no local de origem. Clientes domiciliares devem entregar o óleo, devidamente acondicionado, em um ponto de entrega voluntária.	Em Porto Alegre, são 77 pontos de coleta. A verificação dos pontos de coleta pode ser feita por meio de um aplicativo para celulares, computadores e tablet (reciclaportoalegre.com.br/) ou pelo seu endereço eletrônico.	Produção de biodiesel.	Atividades em escolas pelo Projeto Escola Ecológica	http://www.ecologica-cacoleta.com.br/
Programa ReÓleo: Associação Comercial e Industrial de Florianópolis -Acif e Companhia de Melhoramentos da Capital - Comcap (autarquia responsável pelo gerenciamento de resíduos)	Região da Grande Florianópolis, SC.	Empresas: Preserve Ambiental (responsável pelo processo de logística e reciclagem de óleo) e Potencial Biodiesel (produção de biodiesel).	Estabelecimentos comerciais que produzem OCR: o óleo é coletado no local de origem. Clientes domiciliares devem entregar o óleo, devidamente acondicionado, em um ponto de entrega voluntária.	São mais de 600 pontos de entrega voluntária na cidade de Florianópolis e Grande Florianópolis, que podem ser consultados em seu endereço eletrônico.	Produção de biodiesel e produtos de limpeza.	Atividades em escolas da região, como gincanas e palestras.	https://www.acif.org.br



Figura 8 – Distribuição pela Sanepar de funis para acoplar em garrafa PET, desenvolvido pela Oliplanet, para armazenamento de OCR.

Especificamente em relação aos estabelecimentos industriais, comerciais e prestadores de serviços, o desenvolvimento, pelos prestadores de serviços, de programas para controle do recebimento de efluente não doméstico nas redes coletoras também consiste em uma importante ação para minimizar os impactos no sistema de esgotamento sanitário. A inclusão de padrões, como o de óleos e graxas entre outros, para o recebimento do efluente em rede coletora, bem como a obrigatoriedade de instalação e limpeza periódica de caixas de gordura em locais em que há geração de gordura, tais como refeitórios, copas etc. são de fundamental importância. Alguns estabelecimentos, como supermercados, que encontram dificuldade em atender aos padrões para lançamento em redes coletoras tem adotado caixas gorduras bem dimensionadas e instaladas em série, uma solução simples e que tem permitido o atendimento aos padrões estabelecidos.

3.3. Iniciativas coletivas para a coleta e reciclagem do OCR

Embora a legislação brasileira não contenha diretrizes específicas para a reciclagem de OCR (item 5), trata-se de um resíduo com grande potencial de reaproveitamento e que pode ser empregado em diversos segmentos da indústria, como na produção de sabões, massa de vidraceiro, ração animal, tintas, fertilizantes, desmoldantes para a construção civil, óleo para corrente de motosserra e combustíveis,

destacadamente, biodiesel (ACIF, 2020; ZUCATTO *et al*, 2013). Portanto, a coleta para posterior **reciclagem de OCR** evita que o seu descarte seja feito inadequadamente no esgoto, na lixeira comum ou diretamente no meio ambiente, e contribui para a geração de renda e empregos, atendendo aos três pilares da **sustentabilidade: ambiental, social e econômica**.

Dentre as opções de reciclagem, a mais simples é a produção de sabões, que muitas vezes é feita em pequena escala, de modo artesanal. Além da economia, o sabão produzido a partir do óleo de cozinha é de natureza biodegradável e não possui fósforo. Já para maiores volumes, a destinação do OCR para a produção de biodiesel tem ganhado notoriedade (item 4).

Em todo o país são diversas as organizações, empresas e associações que atuam na coleta, transporte e reciclagem de OCR. Não há um portal unificado para a consulta dos pontos de coleta em cada município, o que em parte é um dos entraves para a adesão massiva da população aos programas de coleta e reciclagem de OCR. A Associação Brasileira para Sensibilização, Coleta e Reciclagem de Óleo Comestível (Ecóleo) possui um sistema de cadastro e consulta dos pontos de coleta no endereço eletrônico: <http://ecoleo.org.br/ecopontos/>. Embora ainda sejam relativamente poucos os “ecopontos” cadastrados, os cidadãos podem contribuir com o mapeamento, fornecendo as informações de seus municípios.

Na **Tabela 3** são listadas diferentes iniciativas coletivas para a coleta e reciclagem de OCR. Naturalmente, há vários outros programas bem-sucedidos no Brasil que não estão nesta lista, a qual tem o propósito de exemplificar sem necessariamente selecionar por mérito ou quaisquer outros parâmetros de comparação.

Estas iniciativas geralmente ocorrem por meio de parcerias entre empresas, associações, organizações não governamentais (ONGs) e administração pública (prefeituras, autarquias e secretarias de meio ambiente), atuando de forma integrada na coleta, reciclagem e ações de educação ambiental.

4. RECICLAGEM DE OCR PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

A produção de biodiesel no Brasil tem sido impulsionada pela obrigatoriedade de sua introdução no óleo diesel em

crescentes percentuais nos últimos anos (item 6). As vantagens do biodiesel, em comparação com combustíveis de origem fóssil, estão relacionadas à sua natureza renovável e ao perfil de combustão mais limpo, no qual há menor emissão de compostos poluentes e gases de efeito estufa (ORTNER *et al.*, 2016; TAPANES *et al.*, 2013). Do total de biodiesel produzido no país no ano de 2020, a fração da matéria-prima correspondente ao OCR foi de 1,23%, equivalendo a 79 milhões de litros (ABIOVE, 2021). Adotando-se a densidade do biodiesel de $880 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, esse valor equivale a cerca de 69,5 mil toneladas. Ao considerar a produção estimada de OCR de aproximadamente 1.210,5 mil toneladas por ano (item 2), o percentual de valorização do OCR, destinado à produção de biodiesel, seria de 6,7%. De toda forma, o OCR ainda representa uma fração muito pequena (< 2%) de toda a matéria-prima usada para a produção de biodiesel e a sua valorização está muito aquém do potencial. Considerando um rendimento de 94% (ARAÚJO *et al.*, 2013), a produção estimada de OCR no ano de 2020 e a produção total de biodiesel do ano de 2020 (ABIOVE, 2021), calcula-se que o OCR teria um potencial de suprir até 20% da demanda de biodiesel no Brasil. A produção de biodiesel a partir do OCR tem duas vertentes motivacionais principais:

- **Econômica.** A utilização de óleos frescos (não usados) na produção de biodiesel representa em torno de 70 a 80% dos custos totais (CÉSAR *et al.*, 2017). O alto valor de mercado em parte se deve ao fato de que esses óleos e suas matérias-primas são, em sua maioria, usados para alimentação humana e animal, logo, têm alta demanda. Como o OCR é um resíduo, os custos para sua obtenção são em grande parte relativos à coleta e transporte.
- **Socioambiental.** A coleta e reciclagem do OCR é de suma importância para evitar os impactos causados pelo seu descarte no esgoto, no solo e nos corpos hídricos.

Contudo, para o aumento proporcional da incorporação do OCR como matéria-prima para a produção de biodiesel, esforços devem ser empregados para a sua viabilização em termos de:

- **Logística.** A logística de coleta e transporte do OCR deve ser coordenada de forma a suprir as demandas do mercado, promovendo medidas que contemplem a

ação integrada entre os fornecedores, os coletores dos resíduos e as empresas de reciclagem.

- **Técnica.** O OCR tem qualidade inferior em relação ao óleo fresco. Os processos de cozimento do óleo resultam na elevação da acidez, do calor específico e da viscosidade, requerendo o pré-tratamento do OCR para que possa ser utilizado para a produção de biodiesel (CÉSAR *et al.*, 2017). Segundo divulgado em material midiático produzido pelo INCT Midas (Tecnologias Ambientais para a Valoração de Resíduos e Materiais Renováveis) em coprodução com o INCT ETEs Sustentáveis, a preocupação com a qualidade do OCR é especialmente relativa ao que provém de estabelecimentos comerciais alimentares (INCT MIDAS, 2017). Tecnologias para o melhor aproveitamento do OCR como matéria-prima para a produção de biodiesel vêm sendo aprimoradas.

Logo, o aumento da viabilidade da produção de biodiesel a partir do OCR está também atrelado às boas práticas (item 3), em que os geradores devem ser orientados desde o processo de fritura, que impacta diretamente na qualidade do óleo, à entrega do OCR para as entidades responsáveis por esses resíduos. É preciso um esforço conjunto do poder público, empresas, organizações e associações para a otimização dos processos de coleta e transporte; caso contrário, os custos do OCR podem se tornar maiores que do óleo fresco (CÉSAR *et al.*, 2017). A produção de biodiesel a partir do OCR pode ainda ser descentralizada, e já há equipamentos que podem ser utilizados nos próprios locais geradores (p. ex.: supermercados) (INCT MIDAS, 2017). Ressalta-se ainda a importância da fiscalização, principalmente nos estabelecimentos comerciais alimentares, bem como de incentivos aos que aderirem aos programas de coleta de óleo, às empresas que reciclam e às atividades de pesquisa e desenvolvimento para a valorização do OCR.

5. DIRETRIZES LEGAIS RELACIONADAS AO ÓLEO DE COZINHA RESIDUAL

Por ser inadequado o descarte do óleo de cozinha na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, este deve ser feito em recipientes e, sendo um material descartado resultante de atividades humanas, o OCR é classificado como

um resíduo sólido (CORRÊA *et al.*, 2018), de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regida pela Lei Federal nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010a). Assim sendo, o gerenciamento do OCR obedece às disposições do Decreto Federal nº 7.404/2010 (BRASIL, 2010b), que regulamenta esta Lei. Conforme estabelecido nesse Decreto, o ciclo de vida dos resíduos sólidos é de responsabilidade compartilhada dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. Em relação à coleta seletiva, estabelece-se que a responsabilidade é do titular do serviço público de limpeza urbana e gestão de resíduos urbanos, priorizando a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda.

Os consumidores, por sua vez, são obrigados, sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo plano

municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou quando instituídos sistemas de logística reversa, a acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis e a disponibilizá-los adequadamente para coleta ou devolução (BRASIL, 2010b). Desta forma, a coleta do OCR é realizada principalmente em nível local, pelos serviços de gestão de resíduos dos municípios, empresas especializadas, cooperativas e catadores. Não há na esfera federal diretrizes legais específicas para o descarte adequado ou o reaproveitamento do OCR, mas há várias em âmbito estadual e municipal. Além disso, há diretrizes federais que indiretamente relacionam-se ao descarte do OCR. Não é objetivo do presente texto enumerar todas as diretrizes legais de descarte de OCR em âmbito estadual e municipal. Assim, na **Tabela 4** são mencionadas algumas legislações estaduais e municipais como exemplos.

Tabela 4 – Algumas leis estaduais e municipais que tratam especificamente do descarte e reciclagem do OCR.

Objetivo	Legislações
Política ou programa estadual de coleta, tratamento e reciclagem de OCR.	Minas Gerais - Lei nº 20.011/2012 São Paulo - Lei nº 12.047/2005 Rio de Janeiro - Lei nº 5.065/2007 Mato Grosso do Sul - Lei nº 5044//2017 Santa Catarina - Lei nº 14.330/2008 Alagoas - Lei nº 12.047/2005 Amazonas - Lei nº 243/2015 Roraima - Lei nº 770/2010 Goiás - Lei nº 16.314/2008 Pará - Lei nº 8.693/2018 Rondônia - Lei nº 2.164/ 2009 Distrito Federal - Lei nº 4.134/2008 Ceará - Lei nº 16.309/2017 Paraná - Lei nº 19.260//2017 Mato Grosso - Lei nº 8.798/2008 Paraíba - Lei nº 11.498//2019
Programas ou medidas em nível municipal para coleta, tratamento e reciclagem de OCR.	Fortaleza, CE - Lei nº 9.947/2012 Curitiba, PR - Lei nº 15.344/2018 Manaus, AM - Lei nº 1.536/2010 Rio Branco, AC - Lei nº 2.349/2019
Leis que impõem que óleos e gorduras de origem animal e vegetal sejam considerados como resíduos especiais e, portanto, o seu gerenciamento deve atender às respectivas normas, não podendo ser tratados como resíduo comum	Minas Gerais - Lei nº 20.011/2012 Curitiba, PR - Lei nº 14.473/2014
Lei que obriga a divulgação, no rótulo das embalagens de óleo comestível, da informação sobre a destinação correta do produto após o uso, e dá outras providências.	Rio de Janeiro - Lei nº 5.968/2011
Lei referente à campanha de conscientização da reciclagem de OCR.	Goiás - Lei nº 17.692/2012
Lei referente à "Selo Ecologicamente Correto", a ser concedido aos estabelecimentos que conferirem a destinação adequada ao OCR.	Salvador, BA - Lei nº 9.550/2020
Leis que discorrem sobre instalação e divulgação de pontos de coleta para a reciclagem de OCR.	Pernambuco - Leis nºs 14.378/2011, 16.079/2017 Boa Vista, RR - Lei nº 1.836//2017
Lei que proíbe o lançamento de óleos de alimentos e gorduras em encanamentos interligados a redes coletoras de esgoto	Piauí - Lei nº 6332/2013

As Políticas Estaduais instituídas pelas legislações listadas na Tabela 4 que se trata especificamente de óleos e gorduras de origem vegetal e animal utilizados na culinária, de maneira geral, têm como principais objetivos:

- Evitar a poluição de solos e mananciais.
- Não acarretar prejuízos aos sistemas de esgotamento sanitário.
- Informar à população sobre as práticas adequadas de descarte desses resíduos.
- Incentivar a reciclagem (por vezes por meio de suporte técnico ou financiamento).
- Favorecer a exploração econômica de todo o processo envolvido na reciclagem.

As leis estaduais e municipais mencionadas exemplificam como cada estado e município tem suas próprias diretrizes, incorporadas em tempos e com objetivos diversos, para o descarte e reaproveitamento de OCR. Ressalta-se que os sistemas de fato implantados para coleta, transporte e reciclagem de OCR são bastante distintos entre os municípios da federação, não somente pelas obrigações legais, mas pelas características e amplitude dos programas existentes em cada localidade de gerenciamento de OCR.

Indiretamente, as diretrizes para a incorporação do biodiesel na matriz energética do Brasil relacionam-se com a valorização do OCR descartado, uma vez que esse pode ser utilizado como matéria-prima, como discutido anteriormente (item 4). A incorporação do biodiesel na matriz energética do Brasil vem sendo impulsionada, a começar pela Lei nº. 11.097/2005 (BRASIL, 2005a), que tem como um dos objetivos implementar uma matriz energética mais sustentável (TAPANES *et al.*, 2013). Esta Lei estabeleceu que, em 2008, em todo o território nacional, todo o óleo diesel deveria conter 2% de biodiesel. Já em 2009, a Resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) nº 6/2009 (BRASIL, 2009) estabeleceu em 5% o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel, a partir de 2010. Adiante, as Leis federais nº 13033/2014 e nº 13263/2016 elevaram esse percentual, chegando a 10% a partir de setembro de 2019 (BRASIL, 2014; 2016). Adicionalmente, o CNPE, amparado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

(ANP), ampliou ainda mais os valores, chegando a 13% em 2021 e com previsão de até 15% em 2023, conforme disposto na Resolução CNPE nº 16/2018 (BRASIL, 2018).

Por fim, é importante também abordar as diretrizes relacionadas ao lançamento e à presença de O&G nos corpos hídricos. Embora seja impróprio o descarte de OCR no esgoto, infelizmente, este é um hábito presente em grande parte dos domicílios brasileiros (VIALLI, 2016). Uma vez no esgoto, o lançamento nos corpos hídricos deve atender aos padrões e condições de lançamento dispostos, em nível federal, pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 430/2011, que determina uma concentração máxima de 50 mg·L⁻¹ de óleos vegetais e gorduras animais para todos os efluentes, ou até 100 mg·L⁻¹ de substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) para efluentes de sistemas de tratamento de esgoto sanitário (BRASIL, 2011). Além disso, a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que O&G devem estar virtualmente ausentes em águas doces de classes I, II e III, em águas salinas de classe I, e em águas salobras de classes I e II (BRASIL, 2005b).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os óleos e gorduras utilizados na culinária causam diversos problemas nos sistemas de esgotamento sanitário e têm um enorme potencial poluidor quando lançados no meio ambiente. Apesar do estado físico usualmente líquido à temperatura ambiente, o óleo de cozinha residual (OCR), pelas suas particularidades para o descarte, que exige acondicionamento em recipientes fechados, é enquadrado como resíduo sólido para fins de gerenciamento, devendo então atender às leis e diretrizes da PNRS, e a sua gestão se dá em nível local, principalmente na esfera municipal. Não há diretrizes legais nacionais para o descarte de OCR, mas sim nas esferas estadual e municipal. As boas práticas para o descarte e gerenciamento adequados de OCR devem começar nos próprios locais onde são gerados. Iniciativas bem-sucedidas envolvendo a participação do poder público, empresas, associações, organizações e companhias de saneamento ampliam o alcance para a destinação adequada de OCR. Além da necessidade de boa distribuição em quantidades suficientes de pontos de coleta, a divulgação dos mesmos e campanhas de conscientização e sensibilização são extremamente importantes para a adesão

da população aos programas de coleta e reciclagem de OCR. A exemplo de outros países que estão à frente na questão da valorização de OCR, mais incentivos econômicos para as entidades responsáveis pelo gerenciamento de resíduos poderiam ser aplicados. O OCR, uma vez coletado e tratado, pode ser utilizado para produção de diversos produtos, como sabões, tintas, ração, biodiesel etc. Especial enfoque tem sido dado para a destinação do OCR para a produção de biodiesel, o qual tem alta demanda de mercado pelos incentivos à sua incorporação na matriz energética nacional.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estações Sustentáveis de Tratamento de Esgoto – INCT ETEs Sustentáveis.

Este trabalho faz parte da série de publicações do INCT ETEs Sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. *Biodiesel: produção por tipo de matéria-prima*. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://abiove.org.br/estatisticas/biodiesel-producao-por-tipo-de-materia-prima/>. Acesso em 09 março de 2021.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999. 74 p.
- ACIF. Associação Comercial e Industrial de Florianópolis. *Reaproveitamento de óleo nas empresas: como fazer da maneira correta?* Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://www.acif.org.br/blog/reaproveitamento-de-oleo/>. Acesso em 10 de março de 2021.
- ARAÚJO, C. D. M.; ANDRADE, C. C.; SILVA, E. S.; DUPAS, F. A. Biodiesel production from used cooking oil: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 27, p. 445-452, 2013.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME), Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Resolução CNPE nº 16/2018. Dispõe sobre a evolução da adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional. Brasília, DF, 2018.
- BRASIL. Lei Federal nº 13.263, de 23 de março de 2016. Altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional. Brasília, DF, 2016.
- BRASIL. Lei Federal nº 13.033, de 24 de setembro de 2014. Dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 8.723, de 28 de outubro de 1993; revoga dispositivos da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e dá outras providências. Brasília, DF, 2014.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, DF, 2011.
- BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2010a.
- BRASIL. Decreto Federal nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Brasília, DF, 2010b.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME), Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Resolução CNPE nº 6, de 16 de setembro de 2009. Estabelece em cinco por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, de acordo com o disposto no art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Brasília, DF, 2009.
- BRASIL. Casa Civil. Lei Federal nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Brasília, DF, 2005a.

- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005b.
- BRESSANI-RIBEIRO, T.; LOBATO, L. C. S.; SOUZA, S. N.; PEGORINI, E. S.; CHERNICHARO, C. A. L.; Contribuição para o aprimoramento de projeto, construção e operação de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto sanitário - Parte 2: Tratamento preliminar, bombeamento e distribuição de vazão. *Revista DAE*, v. 66, n. 214, p. 17-29, 2018.
- CÉSAR, A. S.; WERDERITS, D. E.; SARAIVA, G. L. O.; GUABIROBA, R. C. S. The potential of waste cooking oil as supply for the Brazilian biodiesel chain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 72, p. 246-253, 2017.
- CHERNICHARO, C. A. L.; RIBEIRO, T. B.; PEGORINI, E. S.; POSSETTI, G. R. C.; MIKI, M. K.; SOUZA, S. N. Contribuição para o aprimoramento de projeto, construção e operação de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto sanitário - Parte 1: Tópicos de Interesse. *Revista DAE*, v. 66, n. 214, p. 5-16, 2018.
- CHERNICHARO, C. A. L. *Anaerobic reactors*. Biological Wastewater Treatment Series, Volume 4. 1st ed. London, UK: IWA Publishing, 2007. 184 p.
- CORRÊA, L. P.; GUIMARÃES, V. N.; HESPANHOL, L. I.; SILVA, J. V. Impacto ambiental causado pelo descarte de óleo: estudo do destino que é dado para o óleo de cozinha usado pelos moradores de um condomínio residencial em Campos dos Goytacazes - RJ. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, v. 7, n. 3, p. 341-352, 2018.
- ENGLANDE JR., A. J.; KRENKEL, P. A. Wastewater Treatment and Water Reclamation. In: Meyers, R. (Ed.). *Encyclopedia of Physical Science and Technology*. 3rd Ed. Cambridge, USA: Academic press, p. 639-670, 2003.
- EUBIA. European Biomass Industry Association. *Transformation of Used Cooking Oil into Biodiesel: from Waste to Resource*. EUBIA Report, 2015. 8 p. Disponível em: http://www.eubren.com/UCO_to_Biodiesel_2030_01.pdf. Acesso em 10 de março de 2021.
- GERARDI, M. H. *Wastewater Bacteria*. Hoboken: USA: John Wiley and Sons, Inc., 2006. 255 p.
- GROSS, M. A.; JENSEN, J. L.; GRACZ, H. S.; DANCER, J.; KEENER, K. M. Evaluation of physical and chemical properties and their interactions in fat, oil, and grease (FOG) deposits. *Water Research*, v. 123, p. 173-182, 2017.
- HANISAH, K.; KUMAR, S.; TAJUL, A.Y. The Management of Waste Cooking Oil: A Preliminary Survey. *Health and the Environment Journal*, v. 4, n. 1, 2013.
- HE, X.; FRANCIS, L.; LEMING, M. L.; DEAN, L. O.; LAPPI, S. E.; DUCOSTE, J. J. Mechanisms of fat, oil and grease (FOG) deposit formation in sewer lines. *Water Research*, v. 47, n. 13, p. 4451-4459, 2013.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *IBGE divulga estimativa da população dos municípios para 2020*. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28668-ibge-divulga-estimativa-da-populacao-dos-municipios-para-2020>. Acesso em: 06 de março de 2021.
- INCT Midas. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Midas. Falo nada... Só óleo... (material midiático) Belo Horizonte, MG, 2017. Disponível em: <https://vimeo.com/230198096>. Acesso em: 05 de março de 2021.
- KUMAR, S.; NEGI, S. Transformation of waste cooking oil into C-18 fatty acids using a novel lipase produced by *Penicillium chrysogenum* through solid state fermentation. *Biotech*, v. 5, p. 847-851, 2015.
- LOBATO, L. C. S.; RIBEIRO, T. B.; SILVA, B. S.; FLÓREZ, C. A. D.; NEVES, P. N. P.; CHERNICHARO, C. A. L.; Contribuição para o aprimoramento de projeto, construção e operação de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto sanitário - Parte 3: Gerenciamento de lodo e espuma. *Revista DAE*, v. 66, n. 214, p. 30-55, 2018.
- ORTNER, M. E.; MÜLLER, W.; SCHNEIDER, I.; BOCKREIS, A. Environmental assessment of three different utilization paths of waste cooking oil from households. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 106, p. 59-67, 2016.
- PITTA JUNIOR, O. S. R.; NETO, M. S. N.; SACOMANO, J. B.; LIMA, J. L. A. Reciclagem do óleo de cozinha usado: uma contribuição para aumentar a produtividade do processo. In: 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production "Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change", São Paulo, Brasil, 2009. *Proceedings*, p. 1-10, 2009.
- ROYCHAND, R.; LI, J.; SILVA, S.; SABERIAN, M.; LAW, D.; PRAMANIK, B. K. Development of zero cement composite for the protection of concrete sewage pipes from corrosion and fatbergs. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 164, 105166, 2021.
- TAPANES, N. C. O.; ARANDA, D. A. G.; PEREZ, R. S.; CRUZ, Y. R. Biodiesel no Brasil: matérias primas e tecnologias de produção. *Acta Scientiae et Technicae*, v. 1, n. 1, 2013.

TEIXEIRA, M. R.; NOGUEIRA, R.; NUNES, L. M. Quantitative assessment of the valorisation of used cooking oils in 23 countries. *Waste Management*, v. 78, p. 611-620, 2018.

THAMES WATER. *Two monster fatbergs cleared*. Reino Unido, 2019. Disponível em: <https://www.thameswater.co.uk/about-us/newsroom/latest-news/2019/dec/two-monster-fatbergs-cleared>. Acesso em 04 de março de 2021.

TRASHIN. *Óleo de Cozinha - muitas soluções, mas falta de boas práticas*. Porto Alegre, RS, s.d. Disponível em: <https://trashin.com.br/conheca-o-residuo-oleo-de-cozinha-muitas-solucoes-mas-falta-de-boas-praticas/>. Acesso em 04 de março de 2021.

VIALLI, A. *Óleo que vai pelo ralo destrói canos e água; apenas 1% do gerado é reciclado*. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2016/06/1777707-oleo-que-vai-pelo-ralo-destrui-canos-e-agua-apenas-1-do-gerado-e-reciclado.shtml?loggedpaywall>. Acesso em: 06 de março de 2021.

WAKELIN, N. G.; FORSTER, C. F. An investigation into microbial removal of fats, oils and greases. *Bioresource Technology*, v. 59, n. 1, p. 37-43, 1997.

ZUCATTO, L. C.; WELLE, I.; SILVA, T. N. DA. Cadeia reversa do óleo de cozinha: coordenação, estrutura e aspectos relacionais. *Revista de Administração de Empresas*, v. 53, n. 5, p. 442-453, 2013.

