

EMBALAGENS DE VIDRO PÓS-CONSUMO NO SISTEMA DE COLETA SELETIVA: O CASO DA CIDADE DE LONDRINA

LILIAN ALIGLERI
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA

LUIZ ANTONIO ALIGLERI

GABRIELA LINO GOIS
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA

EMBALAGENS DE VIDRO PÓS-CONSUMO NO SISTEMA DE COLETA SELETIVA: O CASO DA CIDADE DE LONDRINA

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da ciência e da tecnologia, juntamente com um sistema econômico linear, o modo de vida contemporâneo e o incremento da população global tem resultado numa vasta produção de resíduos sólidos urbanos (LANDIM, 2019). A grande massa de materiais descartados diariamente torna-se um desafio premente a gestão pública que tem lidado com materiais de difícil degradação. As atuais características da vida urbana afastam a possibilidade do lixo zero e cria-se uma estrutura complexa e necessária para a gestão do objeto descartado (GONÇALVES-DIAS, 2015; SANTOS *et al*, 2016).

A reciclagem dos materiais vem sendo compreendida como uma via essencial porque evita externalidades negativas próprias do atual modelo de produção ao reaproveitar os materiais em novos ciclos produtivos. Paralelamente, alguns autores, a criticam por amenizar as discussões sobre a descartabilidade e esmorecer debates mais aprofundados sobre as medidas para a prevenção de resíduos e a redução do consumo na sociedade moderna (LAYRARGUES, 2002; GONÇALVES-DIAS; GHANI; CIPRIANO, 2015).

A coleta seletiva, um importante elemento da estrutura de reuso dos materiais, cresceu substancialmente nos maiores centros urbanos do país, desde a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A mesma lei ainda previu o sistema de logística reversa e o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis.

A juricidade da reintrodução dos materiais recicláveis em novas cadeias produtivas, ampliou no país o número de cooperativas e, a partir do acordo setorial realizado em 2015 para implementação da logística reversa de embalagens, impulsionou a organização de um setor econômico com relevante papel social e ambiental. Mas, alguns materiais com alto potencial de reciclabilidade possuem dificuldade para serem reinseridos pelas cooperativas em novos ciclos produtivos devido à dificuldade de encontrar compradores e/ou seu baixo valor no mercado dos reciclados. Tal fato pode condenar o material a ser misturado aos resíduos orgânico e, por consequência, convertê-lo em rejeito (resíduo não aproveitável). O vidro é um destes materiais, embora seja considerado 100% reciclável.

Embalagens de vidro oco de diversas formas e cores correspondam a 4,86% da produção física de embalagens consumidas pelo varejo no Brasil. Elas são diariamente usadas em residências, bares, lanchonetes, restaurantes e também na embalagem de produtos não alimentícios (farmacêuticos e cosméticos) e assumem a forma de garrafas, potes e frascos que são usados para acondicionar bebidas, alimentos processados, medicamentos, perfumes, cosméticos, medicamentos, produtos de limpeza, entre outros produtos.

Os vidros ocos para embalagem que se espalham por toda a cidade superam a metade da produção de vidro do Brasil (CEMPRE, 2018). O vidro, classificado pela norma brasileira ABNT/NBR 10004/2004 como classe IIB, é comumente adotado devido a sua propriedade de manter intocadas as características de sabor, pureza e qualidade do que é armazenado, além da dificuldade de deformação e a resistência a altas temperaturas.

O reaproveitamento das embalagens vítreas pós-consumo, num modelo retornável, está em declínio no Brasil e a possibilidade de reciclagem é amplamente divulgada pelo setor vidreiro (ABIVIDRO, 2019) já que o tempo de degradação no ambiente é indeterminado. E, o processo de reciclagem, quando realizado traz benefícios como menos resíduos em aterros, redução da emissão de gases de efeito estufa e a possível substituição total de matérias-primas

naturais que estão presentes na sua composição, sem a perda de qualidade ou propriedade durante o processo de refusão.

Há uma lacuna na literatura sobre a cadeia reversa do vidro de embalagens no Brasil (TORRES; GONÇALVES-DIAS, 2018). Entretanto, alguns poucos estudos com análise de dados primários e secundários desenvolvidos em diferentes municípios brasileiros têm destacado que a cadeia reversa deste material apresenta muitos problemas e grandes fragilidades em aspectos mercadológicos e econômicos (LEMOS, 2012; MORAIS et al, 2018; SANTIAGO, 2011; SOARES, 2018). Assim, este artigo tem o propósito de apresentar os resultados de um estudo aprofundado e contextualizado sobre os problemas existente na comercialização de embalagens de vidros encaminhadas ao sistema de coleta seletiva da cidade de Londrina-PR.

A CADEIA DE PRODUÇÃO E PÓS-CONSUMO DAS EMBALAGENS VITREAS

Em 2018 a indústria de embalagens sediada no Brasil foi responsável por 1,3% do PIB do país (IBGE, 2019). O estudo macroeconômico da indústria brasileira de embalagem realizado pela Euromonitor para a Associação Brasileira de Embalagens (ABRE) apresenta que o faturamento do setor em 2018 foi de R\$ 87,9 bilhões, sendo que R\$ 13,3 bilhões destes se refere ao segmento de embalagens vítreas, com tendência de crescimento até 2024. (ABRE, 2018).

O setor de embalagens vítreas, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - nº 12.305/2010, art. 33º), está obrigada a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos produzidos após o uso pelo consumido, assegurando a recuperação do ponto de vista ambiental e capturando o valor econômico do material. O acordo setorial para a logística reversa de embalagens, conforme previsto na legislação, que visa implementar, estruturar e operacionalizar o sistema, foi assinado em 2015 por 22 associações e sindicatos, representando mais de 3.780 corporações do setor empresarial da indústria e comércio. Mas, conforme destacado pela Coalização Embalagens (2019), organização formada pelas empresas signatárias do acordo, “esse número de empresas não representa o parque industrial instalado no mercado brasileiro, especialmente porque os setores de vidro e ação não assinaram o acordo”.

Portanto, passados quase 10 anos da promulgação da PNRS e da instituição do Decreto Federal nº 7.404/2010 que a regulamentou, a ABIVIDRO, associação que reúne as indústrias de vidro do país ainda não assinou um acordo setorial para a recolhimento dos resíduos gerados e reaproveitamento em novos ciclos de produção. Isso indica, conforme já ressaltado por Demajorovick e Massote (2017), que o acordo setorial firmado tende a beneficiar somente as embalagens com cadeias mais estruturadas, como alumínio, PET e papelão.

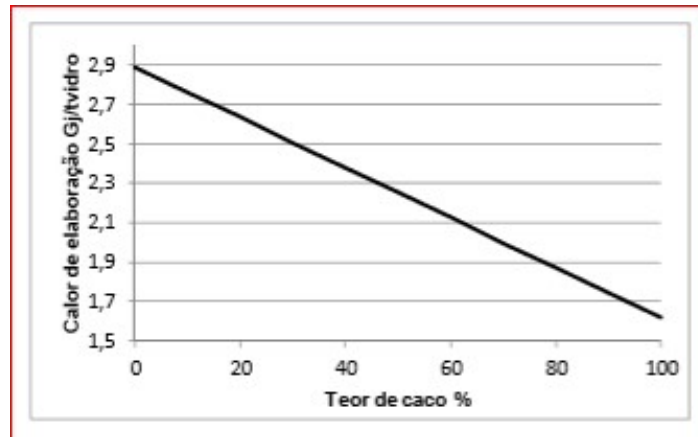
No Brasil o vidro oco é muito utilizado para armazenamento de produtos processados de várias cadeias produtivas pelo fato de ser inerte; impermeável a gases, umidade, odores e micro-organismos e permitir modelagem em vários formatos e cores (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008; SOARES, 2018). Além disto, é disseminado pela indústria como um material que pode ser reprocessado infinitamente sem perder suas propriedades e isso constitui numa grande vantagem ambiental, não só pela economia de matérias-primas minerais virgens (areia, barrilha e calcário), como também pela menor geração de resíduos (LEMOS, 2012; ABIVIDRO, 2018).

Os ganhos para a indústria da utilização de cacos de vidro reciclado na composição de novas embalagens estão na redução da temperatura do forno que por sua vez significa menor emissões de gases pela queima de combustíveis e maior longevidade dos fornos. Mas, o principal benefício está na redução do custo energético para produção do material, conforme descrito por Akerman (2014, p. 27).

A energia necessária para elaborar um vidro com exatamente as mesmas características do originário de matérias primas é bem menor a partir do caco. Enquanto são necessários 2,889 GJ/t para a produção do vidro a partir de matérias-primas apenas 1,616 GJ/t são exigidas quando o insumo é o caco.

O uso de 10% de caco de vidro na mistura dos materiais para o processo industrial gera uma redução de 4% da energia necessária (0,14Gj) para a fusão nos fornos industriais, redução de 9,5% no consumo de água e de 24,5 kg de CO₂ por tonelada de vidro oco produzido (ROSA; COSENZA; BARROSO, 2007; CEMPRE, 2018; AKEMAN, 2014).

Gráfico 1 – Energia necessária para produção de 1 tonelada de vidro em função do teor de caco empregado



Fonte: AKERMAN, 2014, p. 27.

Os ganhos para os órgãos públicos e a sociedade visualizam-se na diminuição do volume de resíduos pelos quais as prefeituras se responsabilizam, devendo prover a coleta, transbordo e disposição final. Já, conforme destacado por Lemos (2012), o interesse dos governos federal e estadual consiste na economia de energia, de divisas, de recursos hídricos, e na elevação da qualidade do meio ambiente, sobretudo no que se refere à manutenção de reservas naturais e na redução da poluição do ar e da água.

Teoricamente todo o vidro pode ser reciclado. Mas, há alguns elementos técnicos importante para serem considerados como o fato de que o caco de vidro colorido não pode ser usado em vidro incolor, sob pena de prejudicar a cor, mas, o inverso, é possível. O maior problema que restringe o uso de embalagens de vidro como matéria prima secundária no processo de produção é a presença de contaminantes. Morais et al, 2018 ressalta que: “A inserção desses contaminantes nos fornos de fusão geram produtos defeituosos, como por exemplo algumas inclusões sólidas no produto final (porcelanas ou pedras), além de reduzirem a vida útil dos fornos de fusão”. (p. 3). Assim, os contaminantes são riscos importantes para a produção de vidro plano levando, por segurança, os fabricantes a empregarem somente caco gerado nas suas linhas de produção. Já os “vidros de embalagens sofrem menos com a presença de eventuais inclusões, pois os produtos são menores, raramente ultrapassando 1 kg e nunca são temperados” (AKERMAN, 2014, p. 55).

A indústria de vidro constitui um setor relativamente pouco conhecido da economia brasileira, no que diz respeito aos aspectos produtivos e econômicos (ROSA; COSENZA; BARROSO, 2007). As atividades produtivas são bastante diversificadas e podem ser segmentadas em três tipos: vidro plano (temperado, laminado, refletivo ou metalizado, blindado duplo), vidro oco (para uso doméstico e embalagens) e vidro técnico ou especial (fibra de vidro, monitores de vídeo; Iluminação; blocos oftálmicos, entre outros). A indústria de base do vidro no Brasil, responsável pela fusão do vidro, têm foco no mercado interno e caracteriza-se pela elevada concentração produtiva e comercial, sendo constituída por cerca de 23 unidades fabris de 12 grupos empresariais (AKERMAN, 2014).

Considerando apenas as indústrias que fabricam vidro oco, apresentadas no Quadro 1, esse mercado pode ser classificado como um oligopólio na produção e um oligopsônio no consumo de cacos de vidro para reciclagem (CALDERONI, 2003; LEMOS, 2012; ROSA; COSENZA; BARROSO, 2007). São apenas sete grupos empresariais que detêm a totalidade da produção nacional de embalagens (para alimentos, medicamentos, cosméticos e utilidades domésticas), sendo que dois deles de capital estrangeiro abarcam 69% do mercado.

Quadro 1 - Indústrias produtoras de vidro oco instaladas no Brasil

Produtores	Capital de origem	Capacidade Instalada (t/dia)	Embalagens para Bebidas e Alimentos	Frascos	Utilidades domésticas
Owens Illinois	Estados Unidos	2.300	x	x	x
Verallia, pertencente ao Grupo Saint Gobain	França	1.300	x		
Vidroporto	Brasil	300	x		
Ambev, pertencente à empresa de bebidas homônima.	Brasil	350	x		
Wheaton Brasil Vidros	Brasil	460		x	x
Nadir Figueiredo	Brasil	400			x
Anchieta	Brasil	80	x		

Fonte: dados obtidos de AKERMAN, 2014, p. 23 e atualizados pelos autores.

Ressalta-se, a cadeia reversa de pós-consumo da embalagem de vidro é considerada de ciclo fechado, ou seja, o material vítreo é empregado em novos produtos de mesma natureza, numa forte integração entre a cadeia direta e reversa (LEITE, 2003; LEMOS, 2012; SOUZA; PAULA; SOUZA-PINTO, 2012). Tal característica juntamente com a estrutura concentrada do setor vidreiro brasileiro provoca importantes falhas de mercado que consistem na incapacidade em levar o processo econômico da reciclagem a uma situação social ótima.

A estrutura do setor corrobora para a determinação dos preços do caco do vidro que tem levado a problemas no que se refere ao fluxo de retorno dos materiais. Atualmente as embalagens vítreas pós-consumo tem na logística de transporte o principal obstáculo para a reciclagem (LEMOS, 2012; AKERMAN, 2014), tornando-se uma atividade pouco atraente para as cooperativas de catadores. Essa situação pode provocar, em muitos municípios brasileiros, a destinação final incorreta para aterros e, até mesmo, o destino irregular nas margens de cursos hídricos, terrenos baldios, lixões e vias públicas.

As cooperativas em várias partes do país têm tido dificuldade em encontrar compradores para as embalagens triadas e, além disso, quando comercializados, o preço do vidro pós-consumo é substancialmente menos atrativo do que de outros materiais recicláveis (COSTA; COSTA; FREITAS, 2017). Em muitos casos o valor de venda do material não é superior ao custo do frete (MORAIS et al, 2018; SANTIAGO, 2011; LEMOS, 2012). Calderoni (1999) já havia destacado que: “Os catadores e sucateiros situam-se próximo da concorrência perfeita, não tendo poder para influenciar fortemente no nível de preço a ser praticado pelo mercado. Por outro lado, as indústrias recicladoras possuem extraordinário poder de mercado”. Mesmo vinte anos após esta afirmação, a realidade permanece idêntica.

Estudos realizados após a promulgação da PNRS no estado de Santa Catarina (LEMOS, 2012), no Distrito Federal (MORAIS et al, 2018), na metrópole de São Paulo (TORRES; GONÇALVES-DIAS, 2018) e nos municípios mineiros de Belo Horizonte (SANTIAGO, 2011) e Uberlândia (SOARES, 2018) apontaram dificuldades no processo de venda e no transporte do material triado em caco para as indústrias vítreas, bem como a exploração dos catadores por intermediários e atravessadores. Embora veiculado pela indústria como um material reciclável, assume em muitos estudos a categoria de não comercializável. Por

exemplo, na capital brasileira, Brasília, a coleta seletiva das embalagens de vidro foi considerada inviável pelo próprio poder público e a população é orientada a descartar o material junto com a coleta convencional, tendo como destino final o aterro de Samambaia (MORAIS et al, 2018; GRIGORI, 2018). Torres e Gonçalves-Dias (2018, p. 7) denunciam que: “Neste cenário, o material infinitamente reciclável não é reciclado porque não tem mercado”.

As pesquisas confluem na conclusão de que os órgãos públicos precisarão intervir na promoção do retorno dos materiais ao ciclo produtivo e na recaptura do valor das embalagens de vidro pós-consumo implicando em maiores compromissos e benefícios para todos os agentes da cadeia.

METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa desenvolvida é exploratória descritiva de âmbito quantitativo e qualitativo, utilizando-se de levantamento de dados primários e secundários. A primeira fase compreendeu uma busca sistemática de literatura, a partir de pesquisa em bases de dados para identificar estudos realizados em outros municípios e localidades do território brasileiro. Identificou-se um reduzido número de pesquisas sobre o tema, embora seja inegável a importância do assunto em termos ambiental, social e legal.

A segunda fase desenvolveu-se no âmbito do município de Londrina, estado do Paraná, abrangendo as sete cooperativas de reciclagem que possuem contrato de prestação de serviço junto a prefeitura. As fontes de evidências utilizadas foram observação direta, entrevista com gestores cooperados, pesquisa documental e análise gravimétrica.

Os dados primários foram coletados a partir de múltiplas fontes de informação. Utilizou-se de entrevista e observação direta realizadas durante as visitas às instalações da Cooperregião, maior cooperativa de resíduos de recicláveis de Londrina. O protocolo de observação direta envolveu a pré-armazenagem, o manejo para a triagem cooperados, a compactação do material, bem como a disposição final do material processado dentro do barracão. A cooperativa também cedeu dados documentais sobre a massa comercializada e do faturamento obtido por tipo de material no ano de 2017.

Ressalta-se ainda que os autores empreenderam uma pesquisa de campo na forma de um levantamento gravimétrico por cor das embalagens de vidro encaminhadas para a Cooperregião, compreendendo um período temporal de 10 dias úteis no mês de março de 2018. A amostra diária foi extraída de forma aleatória e variou entre 7% e 10% da massa coletada pela cooperativa. A composição amostral total foi formada por 330 quilos de material vítreo. Entretanto, tais resultados não são apresentados neste artigo.

A Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização (CMTU), órgão da administração indireta da Prefeitura Municipal que atua no gerenciamento do RSU, cedeu dados secundários, na forma de relatórios, cujo propósito foi compreender a realidade do conjunto das cooperativas instaladas no município. Os dados obtidos referem-se a massa total de vidro comercializada mensalmente por cada cooperativa, o valor recebido por massa de material comercializado e os nomes dos compradores dos vidros triados pelas cooperativas. O tratamento dos dados abarcou o uso de estatística descritiva para análise da comercialização das embalagens vítreas de cada uma das cooperativas no ano de 2017, além de uma análise comparativa entre elas.

Destaca-se, por fim, que para complementar as análises foram consultados estudos e dados públicos, disponíveis na internet, produzidos por órgãos governamentais e instituições que representam os interesses de empresas.

LONDRINA E A ESTRUTURA DO SISTEMA DE COLETA SELETIVA

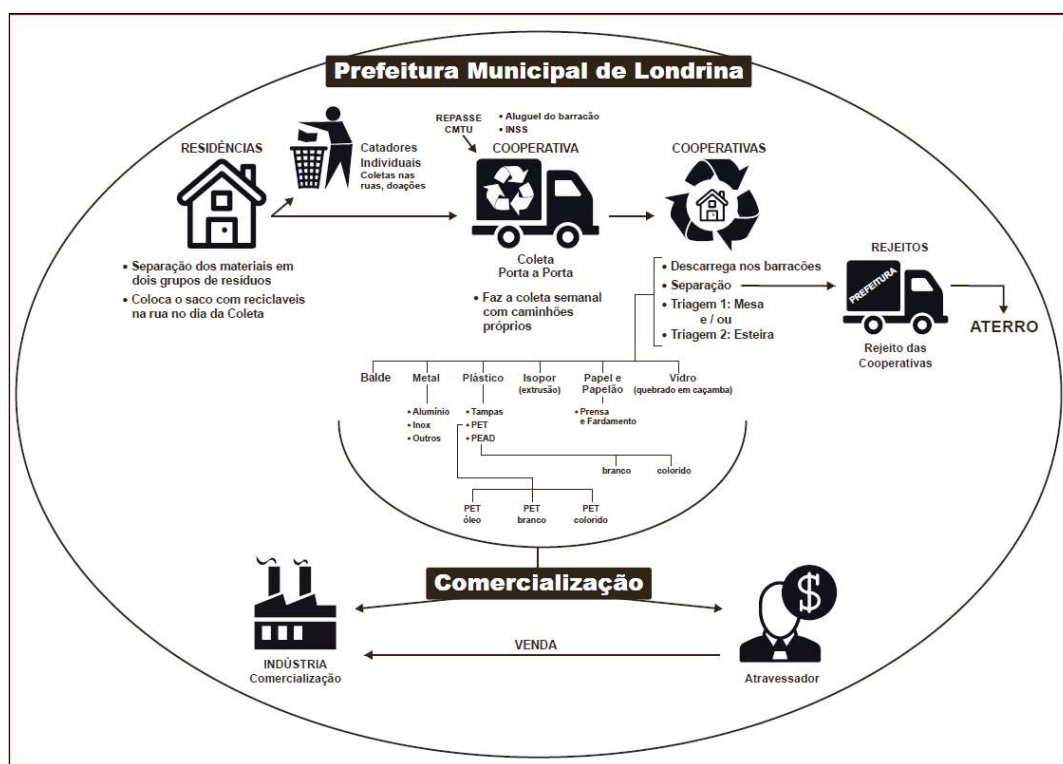
O município de Londrina é considerado o segundo mais populoso do estado do Paraná e o quarto da região Sul do Brasil, sendo um centro regional onde se destacam os setores de

serviços, comércio e agroindústrias. Possui 558.439 habitantes, sendo 91% residentes na área urbana, e alto desenvolvimento humano (IDH: 0,778).

A cidade instituiu o sistema de coleta seletiva dos resíduos domiciliares porta-a-porta na área central em 1996 utilizando servidores e caminhões da própria prefeitura que, posteriormente foi assumido por associações de catadores e, reconfigurado em 2009 a partir do “Programa Londrina Recicla” (Decreto Municipal nº 829/2009) e da estruturação de cooperativas (ETHOS, 2015).

Atualmente a coleta seletiva é realizada em 100% da área urbana, incluindo distritos, patrimônios e vilas rurais, totalizando 230.095 domicílios. O município reconhece a coleta seletiva de resíduos como um serviço público continuado e, inclusive, foi pioneiro na realização de contrato de prestação de serviços de coleta e triagem porta-a-porta de materiais recicláveis junto as cooperativas, sendo que a contratação se dá por meio de dispensa de licitação. A Figura 1 ilustra esquematicamente o modelo de gerenciamento da coleta seletiva adotada no município.

No município as cooperativas são responsáveis pela coleta porta-a-porta em caminhões próprios dos resíduos recicláveis disponibilizados pela população. Estes, quando chegam aos barracões são despejados em esteiras e triados manualmente, sendo colocados em bags para depois serem compactados e enfardados. Já os vidros são alocados em *containers* onde são triturados manualmente.



Fonte: Aligleri et al (2019).

Figura 1 – Modelo de Coleta Seletiva Adotado pelo Município de Londrina-PR.

Sete cooperativas, que envolvem 360 cooperados, firmaram contrato com o poder público com prazo de 36 meses e reajustes anuais com base no Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC/IBGE). Elas recebem do município R\$ 1,47 ao mês por domicílio atendido, além de repasse integral do aluguel dos barracões para triagem e estocagem dos materiais e do repasse para o recolhimento do INSS dos cooperados. O investimento municipal no sistema de coleta seletiva foi de R\$ 5.549.123,00 em 2018 (CMTU, 2018).

As cooperativas atuam em localidades distintas do território urbano, sendo a coleta realizada uma vez a cada semana. Elas apresentam diferentes níveis de vulnerabilidade social, grandes assimetrias e desigualdade de poder (CMTU, 2017; CMTU, 2018).

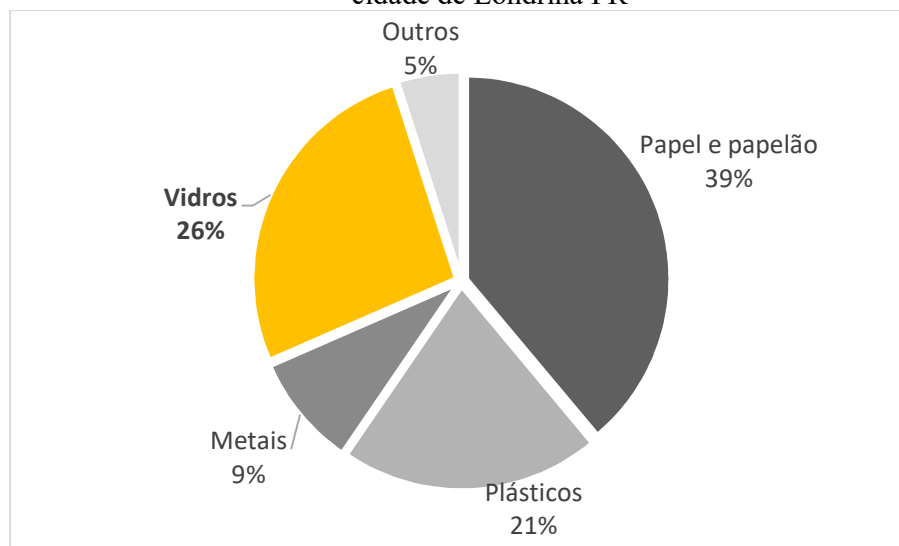
A massa total de resíduos é comercializada individualmente por cada cooperativa, que repartem o lucro entre os cooperados. É imprescindível a existência de compradores para cada um dos materiais triados.

Nos últimos anos, o sistema vem perdendo eficiência no que se refere a quantidade de resíduo *per capita* destinado a coleta seletiva, número de domicílios que possuem a coleta seletiva com regularidade semanal, inclusão de catadores no sistema formalizado pelo município, massa total de resíduos sólidos reciclados. O total coletado e comercializado passou de 13,2 mil toneladas em 2016 para 7,3 mil toneladas em 2018, o que significa uma queda na massa de resíduos gerada pelo município e encaminhada para a coleta seletiva. Em 2017 apenas 5,4% dos resíduos domiciliares urbanos gerados no município foram para o sistema de coleta seletiva e 94,6% foram encaminhados a Central de Resíduos do município (aterro sanitário).

EMBALAGENS DE VIDRO NO SISTEMA DE COLETA SELETIVA DO MUNICÍPIO

A massa total de vidro encaminhada ao sistema de coleta seletiva do município no ano de 2017 foi de 2.409.863,77 kg, sendo que 96,7% dos resíduos foram triados e encaminhados para um novo ciclo de transformação do material. Apenas as embalagens de papel e papelão tiveram uma comercialização maior, em massa, conforme apresentado no gráfico abaixo.

Gráfico 2 – Composição gravimétrica dos resíduos comercializados pelas cooperativas da cidade de Londrina PR



Fonte: os autores a partir dos dados disponibilizados no Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017, SNIS, Ministério do Desenvolvimento Regional/Secretaria Nacional de Saneamento.

O vidro triado pelas cooperativas foi comercializado em duas formas distintas: a) uma diminuta parte foi vendida na forma de embalagens inteiras para empresas locais da agroindústria familiar e pequenos produtores artesanais – vinho, doces e geleias – que fazem o reuso do material; b) a grande maioria, misturada em variados tipos e cores, foi triturada em cacos a mão pelos cooperados (vidro misto) e comercializada para atravessadores locais ou indústrias beneficiadoras. A quebra é requerida pelos fabricantes de vidro (TORRES; GONÇALVES-DIAS, 2018)

A comercialização dos materiais pós-consumo pelas cooperativas, entre eles as embalagens vítreas, reduziu volume de resíduos aos quais a Prefeitura teria que responsabilizar-se e, portanto, diminuiu o gasto público municipal com o transporte e o aterramento dos

materiais na Central de Tratamento de Resíduos (CTR). No ano de 2017, considerando apenas a coleta e o transporte dos materiais para o aterro, a economia aproximada foi de R\$ 302 mil aos cofres municipais. Há de se considerar ainda o custo com o manejo dentro do aterro que seria de aproximadamente 64,5 mil reais/ano para esta massa de resíduos. Para que exista esta redução do custo público, além do fundamental trabalho de triagem das cooperativas é imprescindível a participação da população na separação adequada e limpeza dos materiais para aumentar a massa de embalagens com possibilidade de reinserção na cadeia de reciclagem. Vale lembrar, que alguns materiais não podem ser triados para comercialização devido a sua sujidade (contaminação dos materiais com solo e restos de alimentos ou líquidos) ou nível de mistura (dispersão dos materiais recicláveis no interior do material bruto) que diminuem o seu potencial de comercialização (VARELLA; LIMA, 2011).

Na análise *in loco* realizada nas cooperativas verificou-se que algumas embalagens de vidro encaminhadas pela população para o sistema de coleta seletiva estavam com restos de resíduos ou continham líquidos. Isto eleva o odor fétido do material, dificulta o transporte do material e, muitas vezes, inviabiliza a triagem para a reciclagem.

Em Londrina, apenas no ano de 2017, mais de 79,66 toneladas de vidro destinado as cooperativas foram classificadas como rejeitos e direcionados ao aterro por serem considerados inadequadas para comercialização, que correspondeu a 3,3% do total das embalagens vítreas enviadas ao sistema de coleta seletiva. Esses materiais, quando não seguem na cadeia reversa deixam de gerar ganhos econômicos locais, como apresentado no Quadro 2.

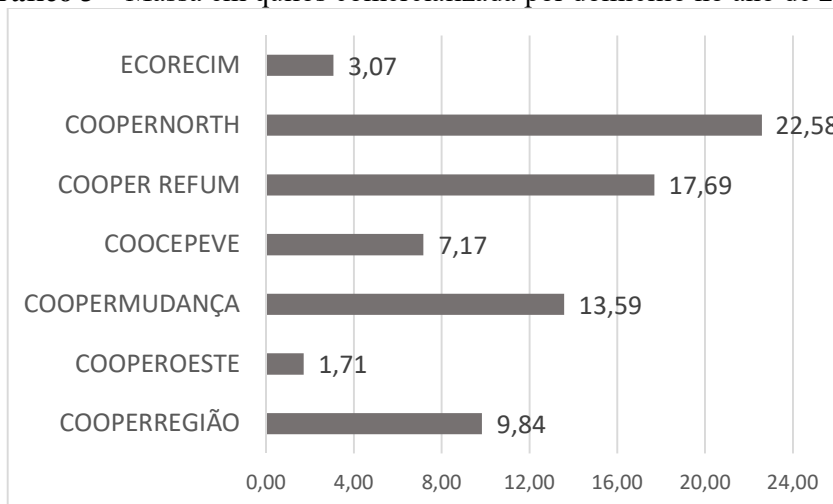
Quadro 2 – Perdas econômicas em 2017: Vidro classificado como rejeito

	R\$
Faturamento não gerado para as cooperativas	R\$ 6.055,00
Custo gerado para o município – transporte do material vítreo no aterro	R\$ 10.348,00
Custo gerado para o município – manejo do material vítreo no aterro	R\$ 5.505,00
Perdas totais	R\$ 21.908,00

Fonte: os autores, sendo R\$ 76,00 a tonelada comercializada pelas cooperativas; R\$ 129,90 a tonelada transportada para o aterro e R\$ 69,10 a operação e manutenção do aterro por tonelada.

As cooperativas de Londrina atuam em regiões distintas da cidade e atendem um número diferenciado de domicílios. A análise das notas fiscais de venda emitidas pelas sete cooperativas permitiu descobrir que houve grande desproporção na massa em quilos recuperada e comercializada por domicílio, conforme apresentado no Gráfico 3. A massa média do município foi de 10,11 quilos de vidro recuperado por domicílio ao ano, ou seja, menos de um quilo de embalagem vítrea ao mês. Tal situação precisa ser melhor investigada, mas, infere-se que a renda familiar dos munícipes interfere no tipo e quantidade dos resíduos vítreos gerados como também que o baixo valor de comercialização do material desestimula a triagem pelas cooperativas.

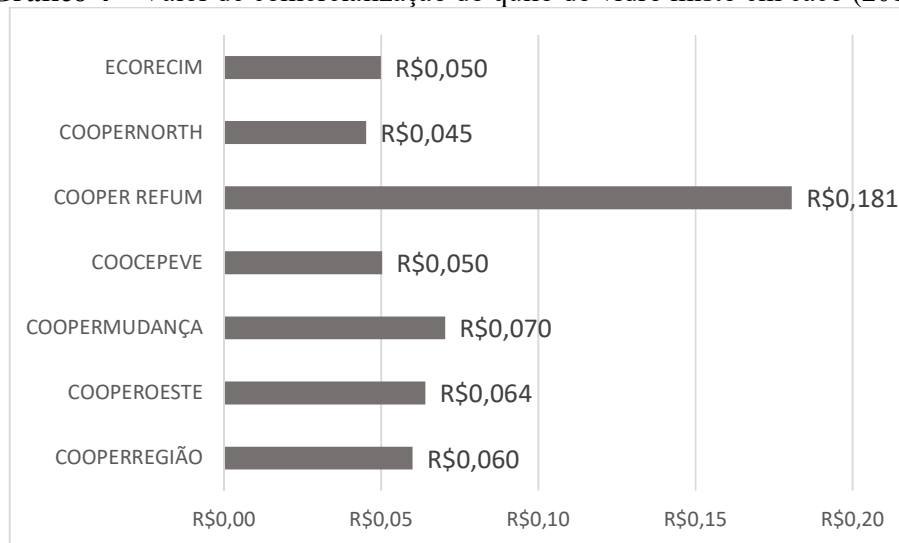
Gráfico 3 – Massa em quilos comercializada por domicílio no ano de 2017



Fonte: os autores, a partir de dados das notas fiscais de venda cedidos pela PML/CMTU, 2017.

O preço médio de comercialização do quilo do vidro foi de R\$ 0,076. No Gráfico 4 é possível observar que houve, entre as cooperativas, grande variabilidade no preço de comercialização das embalagens, variando de R\$ 0,04 a R\$ 0,18 o quilo, embora todas elas vendam o vidro tipo misto quebrado em caco. A Cooperrefum, cooperativa que obteve um valor de venda muito acima das demais, ficou responsável por arcar com o preço do frete que correspondeu a 52,6% do preço recebido pela cooperativa. Portanto, o ganho real obtido pela Cooperrefum foi de R\$ 0,085, o quilo do vidro triado.

Gráfico 4 – Valor de comercialização do quilo do vidro misto em caco (2017)



Fonte: os autores, a partir de dados das notas fiscais de venda cedidos pela PML/CMTU, 2017.

As entrevistas realizadas com gestores cooperados evidenciaram que as embalagens vítreas triadas ficam guardadas por longos períodos nos barracões das cooperativas para formar maiores lotes de venda, muitas vezes expostas as intempéries climáticas. O baixo preço do quilo do material e a dificuldade de encontrar compradores potenciais são fatores que explicam esses longos períodos de armazenagem. Situação semelhante é relatada por Lemos (2012) no estado

de Santa Catarina em que “A comercialização do material vítreo tem encontrado dificuldades em 73% dos casos”. (p. 81).

As notas fiscais analisadas possibilitaram concluir que uma grande parte da massa do vidro foi comercializada para atravessadores locais e, quando vendido diretamente as indústrias beneficiadoras, elas estão localizadas na cidade de Porto Ferreira (SP), que fica 490 km distante de Londrina (PR).

A análise permite concluir que a longa distância a ser percorrida pelo material triado até o seu destino para beneficiamento implica num baixo preço de venda no mercado local e um ganho inexpressivo para os cooperados, como também já evidenciado em outros municípios brasileiros (LEMOS, 2012; TORRES; GONÇALVES-DIAS, 2018; SANTIAGO, 2011; SOARES, 2018). É importante manifestar que a indústria não vem considerando, para fins de formação de preço, o alto grau de periculosidade no transporte e no manejo deste tipo de embalagem. A manipulação do vidro reciclado torna os cooperados vulneráveis a riscos de acidente de trabalho na recepção e separação do vidro em função da existência de estilhaços (VIRGEM, 2010), bem como na quebra manual das embalagens para se transformar em caco sobre o *container*. O uso de equipamentos de proteção pessoal não tem sido suficiente para evitar acidentes.

As cooperativas localizadas no município de Londrina, em 2017, possuíam o trabalho de coletar porta-a-porta, triar, movimentar no barracão, quebrar e armazenar para comercializar por apenas R\$ 76,00 a tonelada. Este valor também estava próximo do preço de venda das cooperativas dos municípios Canoas-RS (R\$70,00), Guarujá-SP (R\$80,00), Belo Horizonte-MG (R\$ 70,00), Mesquita-RJ (R\$ 80,00) na mesma época, conforme divulgado pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2017) no seu informativo mensal. Considerando os dados dos diferentes municípios brasileiros, pode-se dizer que as embalagens de vidro são formadas por matérias primas de baixo valor econômico no mercado nacional, o que desvaloriza o valor agregado dos resíduos vítreos. A baixa remuneração das cooperativas pode estar relacionada com os mecanismos de mercado, pois, prevalece uma situação de oligopólio na produção de vidros para embalagens e de oligopsônio na compra dos cacos (CALDERONI, 2003).

A título de exemplo, segue no quadro 1 o valor da tonelada para outros materiais triados pela Cooperregião, maior cooperativa de reciclagem de Londrina que sozinha atende 87.800 domicílios.

Quadro 3 – Preço médio de comercialização dos materiais pela Cooperregião

Material	Tipo de Processamento	Valor de Comercialização (ton)	% de Ganho em Relação ao Vidro
Vidro	Misto moído em caco	R\$ 60,00	---
Sucata de lata	Prensado e enfardado	R\$ 120,00	100%
Papel branco	Prensado e enfardado	R\$ 470,00	785%
Papelão	Prensado e enfardado	R\$ 600,00	1,000%
Embalagem Tetra Pak	Prensado e enfardado	R\$ 340,00	566%
PET transparente	Prensado e enfardado por cor	R\$ 1.750,00	2.916%

Fonte: dados cedidos pela Cooperregião, referente aos valores médios de comercialização do ano de 2017.

Na Cooperregião, o vidro em caco representou 25,17% da massa total de material comercializada em 2017, mas a receita financeira gerada por ele significou apenas 1,43% do faturamento da cooperativa.

No Quadro 4 apresentamos os principais problemas sociais, ambientais e econômicos identificados na comercialização das embalagens vítreas pós-consumo na cidade de Londrina, a partir das múltiplas fontes de dados utilizadas neste estudo.

Quadro 4 – Principais Problemas na Logística Reversa das Embalagens Vítreas em Londrina

DIMENSÕES	PROBLEMAS		
	Separação pela população das embalagens vítreas pós-uso	Translado, manuseio e armazenagem de embalagens vítreas nas cooperativas	Logística reversa para escoar embalagens triadas e processadas em cacos pelas cooperativas
SOCIAL	Redução da participação da população no sistema de coleta seletiva do município diminuindo a massa de materiais para as cooperativas	Coleta porta-a-porta de produtos vítreos juntamente com outros materiais o que eleva a periculosidade no transporte e manejo nos barracões Periculosidade e condições insalubres na quebra manual das embalagens vítreas	Ínfimo ganho dos cooperados com a venda dos materiais intensificando a alta vulnerabilidade social.
ECONÔMICA	Contaminação de embalagens vítreas que interferem na qualidade do material para reciclagem Possível incremento na taxa de resíduo por residência devido a elevada massa destinada ao aterro.	As embalagens vítreas devido ao seu volume e densidade tomam importante espaço nos caminhões de coleta porta-a-porta Longos períodos de armazenagem das embalagens nas cooperativas para formação de lote mínimo de venda Baixo valor agregado das embalagens vítreas triadas por cor	Dificuldade de contato e de criação de vínculos comerciais junto as indústrias compradoras Elevado valor do frete devido à grande distância das indústrias compradoras Venda do material vítreo para intermediários - atravessadores locais Cadeia de suprimento fechada dos materiais vítreos Oligopólio das indústrias produtoras de vidro oco e oligopsonia na compra de material vítreo pós-consumo Baixo valor de revenda comparativamente a outros recicláveis Baixo ganho financeiro pelo material triado, que se contrapõem aos altos custos de coleta porta-a-porta e triagem.
AMBIENTAL	Separação inadequada que reduz o tempo de vida útil do aterro sanitário	Armazenagem à céu aberto das embalagens nos depósitos com risco de propagação de doenças tropicais	Elevada emissão de gases efeito estufa no transporte devido as grandes distâncias das cooperativas (pontos de captação) até as usinas de beneficiamento e vidrarias. Longas distâncias percorridas via transporte rodoviário que aumentam o risco de acidente ambiental no transporte da carga de material vítreo.

Os dados permitem concluir que materiais vítreos estão entre aqueles economicamente menos interessantes para serem comercializados pelas cooperativas localizadas na cidade de

Londrina. Pode-se afirmar que a coleta e a segregação do vidro são atividades que envolvem muito trabalho dos catadores, alta vulnerabilidade a riscos de acidentes e um ganho econômico ínfimo que intensifica a elevada fragilidade social e não contribui com a emancipação socioeconômica dos cooperados.

Os resultados reiteram o posicionamento de diferentes pesquisadores (JABBOUR et al., 2013; CASTELANI, 2014; NASCIMENTO et al., 2015; GONÇALVES-DIAS; GHANI; CIPRIATO, 2015; TEODÓDIO; GONÇALVES-DIAS; SANTOS, 2016; MONTEROSSO, 2016) de que no Brasil, a busca por soluções aos problemas ambientais e econômicos causados pela geração elevada de resíduos sólidos urbanos ainda apresentam fortes deficiências quanto às metodologias e tecnologias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cooperativas desempenham um papel importante na cadeia reversa das embalagens vítreas, possibilitando múltiplos benefícios econômicos e ambientais para o setor vidreiro nacional. Entretanto, são o elo mais frágil da cadeia com exíguo valor recebido pelo material recuperado, o que reflete a estrutura de oligopsônio do setor e a reduzida centralidade da remuneração dos catadores nas tratativas do acordo setorial de logística reversa de embalagens firmado em 2015. O resultado social não satisfatório evidencia o baixo grau de implementação da política pública. (DEMAJOROVIC; MASSOTE, 2017; FREITAS; BESEN; JACOBI, 2017).

O estudo possibilitou concluir que dentre os reciclados triados pelas cooperativas instaladas no município de Londrina, o vidro é o material com menor valor de mercado, além de possuir fragilidades em várias dimensões da sua logística reversa. A realidade encontrada no município de Londrina também foi evidenciada em estudos recentes realizados em outros municípios brasileiros como São Paulo (TORRES; GONÇALVES-DIAS, 2018), Belo Horizonte (SANTIAGO, 2011), Uberlândia (SOARES, 2018) e no Distrito Federal (MORAIS et al, 2018), inclusive com agravamento da dificuldade de comercialização. Portanto, há um longo caminho a ser percorrido pelas indústrias produtoras de embalagem de vidro instaladas no Brasil para a construção de uma cadeia produtiva sustentável. A forma como está operacionalizada a logística reversa das embalagens vítreas tem elevado o financiamento público com este tipo de material uma vez que o preço de venda obtido pelos catadores não corrobora com a sustentação econômica dos empreendimentos cooperativos e, em muitos casos, impele o destino dos materiais vítreos pós-consumo para os aterros sanitários.

Os órgãos públicos precisarão atuar para a promoção de uma cadeia de valor que inclua genuinamente os cooperados nos ganhos econômicos da logística reversa das embalagens. É fundamental uma intervenção pública para que se realoque os recursos nos mais altos interesses da sociedade.

No âmbito municipal, usando o princípio da responsabilidade compartilhada, cabe um chamamento do Ministério Público Estadual, juntamente com órgãos executivos, para que as indústrias produtoras de embalagens vítreas firmem parcerias de recolhimento das embalagens encaminhadas pelos munícipes ao sistema de coleta seletiva. Sugere-se ainda que se institua um sistema com uso de recipiente independente dos outros tipos de recicláveis, também denominado de sistema de coleta exclusiva, que tem mostrado resultado positivo desde 2014 no município de Florianópolis (CAETANO; LUNA, 2018) e em outras latitudes do globo.

O vidro segregado dos demais recicláveis desde a fonte, numa coleta em fração única em contêineres específicos, reduz o risco de acidentes dos cooperados pela mistura dos materiais vítreos a outros materiais uma vez que, estudos apontam que os cortes com vidros caracterizam o acidente mais comum entre trabalhadores da coleta domiciliar, das esteiras de catação nas cooperativas de reciclagem, e também entre os catadores e catadoras dos vazadouros de lixo. Tal método de segregação também elevaria a quantidade de vidro

recuperada (em relação à quantidade coletada) o que reduziria o poderio dos atravessadores na comercialização, facilitaria a responsabilização das indústrias, além de reduzir a contaminação cruzada, a qual, muitas vezes, inviabiliza a reciclagem dos materiais (VIRGEM, 2010).

Em âmbito federal é importante fomentar entre os fabricantes de bebidas o círculo virtuoso do reuso como política pública, de modo a induzir as cadeias produtivas a reativarem o reaproveitamento das embalagens a partir da lavagem e esterilização, sem a necessidade de serem transformadas em caco. Rever o sistema de tributação sobre o uso de embalagem retornável pode ser um elemento acelerador deste processo.

Também urge que o governo federal assine o acordo setorial com ABIVIDRO e use o decreto nº 9.177/2017 (não signatários) para fazer a indústria produtora responsabilizar-se pelo passivo ambiental espalhado nos municípios brasileiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIVIDRO. **Notícias:** vidro o resíduo infinitamente reciclável. Associação Brasileira das Indústrias de Vidro, 7 de fev. 2019. Disponível em: <https://abividro.org.br/2019/02/07/vidro-o-residuo-infinitamente-reciclavel/>. Acesso em: jun.2019.

ABIVIDRO. **Benefícios reciclagem do vidro.** Associação Brasileira das Indústrias de Vidro, 2018. Disponível em: <https://abividro.org.br/reciclagem-abividro/beneficios-da-reciclagem-do-vidro/> Acesso em: jul. 2019.

ABRE. **Dados do setor: estudo ABRE Macroeconômico e de tendências 2018.** Associação Brasileira de Embalagem. Disponível em: <http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/dados-de-mercado-2018/>. Acesso em: jun. 2019.

AKERMAN, M. Indústria do Vidro: economia de baixo carbono - avaliação de impactos de restrições e perspectivas tecnológicas. **Relatório Final.** Universidade de São Paulo: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, dez. 2014. Disponível em: http://www.comexresponde.gov.br/portalmdic/arquivos/dwnl_1427804659.pdf. Acesso em jun. 2019.

ALIGLERI, L. et al. Desafios atuais do sistema de coleta seletiva da cidade de Londrina. **Anais do I Seminário Interdisciplinar de Pesquisas em Resíduos.** Universidade Estadual de Londrina, 05 de junho de 2019. Disponível em: <https://sites.google.com/prod/view/1sipruel/trabalhos-cient%C3%ADficos/anais-do-evento>. Acesso em jun. 2019.

CAETANO, A. C. G.; LUNA, M. M. M. Logística Reversa de Resíduos de Embalagens de Vidro: alternativas de coleta e suas implicações. **Anais...** 1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. Gramado, 12 a 14 de junho de 2018. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2018/XIII-009.pdf>. Acesso em: jun. 2019.

CALDERONI, S. Os Bilhões Perdidos no Lixo. 4. ed. São Paulo: **Humanitas/FFLCH/USP**, 2003.

CASTELANI, L. **Análise da cadeia de reciclagem do plástico e suas potencialidades no Brasil.** Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2014.

CEMPRE. **Fichas técnicas:** vidro. Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2018. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>. Acesso em: jun. 2019.

CEMPRE. **Cempre Informa nº 153**, maio-jun-2017. Disponível em: <http://cempre.org.br/cempre-informa/id/100/preco-do-material-reciclavel>. Acesso em: jun. 2019.

CMTU. **Coleta Seletiva. 2016.** Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização. Londrina, 2017. Disponível em: <http://www.cmtuld.com.br/index.php/coleta-reciclavel.html>. Acesso em mai. 2019.

CMTU. **Relatório da situação atual das cooperativas de reciclagem - 2018.** Acesso restrito. Prefeitura de Londrina, Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização. Londrina, 2018.

COALIZAÇÃO EMBALAGENS. **Acordo Setorial.** Coalização Embalagens, s/d. Disponível em: <https://www.coalizacaoembalagens.com.br/acordo-setorial.html>. Acesso em jun. 2019.

COSTA, P. M.; COSTA, M. M.; FREITAS, L. **Créditos de Logística Reversa para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: estudo de caso da BVRIO no Brasil.** In: BESEN, G. R.; FREITAS, L. C.; JACOBI, P. R. Política nacional de resíduos sólidos: implementação e monitoramento de resíduos urbanos. São Paulo: IEE USP: OPNRS, 2017.

DEMAJOROVIC, J.; MASSOTE, B. Acordo setorial de embalagem: Avaliação à luz da responsabilidade estendida do produtor. **Revista de Administração de Empresas**, FGV-EAESP, vol. 57, n. 5, p. 470-482, set-out 2017.

ETHOS. **Princípios e critérios para implementação de alianças público-privadas na gestão de resíduos sólidos.** São Paulo: Instituto Ethos. 2015.

FREITAS, L. C.; BESEN, G. R.; JACOBI, P. R. **Panorama da Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: resíduos urbanos.** In: BESEN, G. R.; FREITAS, L. C.; JACOBI, P. R. Política nacional de resíduos sólidos: implementação e monitoramento de resíduos urbanos. São Paulo: IEE USP: OPNRS, 2017

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de Alimentos: Princípios e Aplicações. São Paulo: Nobel, 2008.**

GONÇALVES-DIAS, S.L.F. Consumo e resíduos: duas faces da mesma moeda. **GV Executivo**, v. 14, n. 1, p. 38-41, jan-jul. 2015.

GONÇALVES-DIAS, S. L.; GHANI, Y. A.; CIPRIATO T. A. R. Discussões em torno da prevenção e da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Ciência e Sustentabilidade**, v. 1, n. 1, p. 34-49, jul.-dez 2015.

GRIGORI, P. Logística reversa: projeto coleta 80 toneladas de vidro em um mês no DF. Caderno Cidades. **Correio Braziliense**. Brasília, 02 de agosto de 2018. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2018/08/02/interna_cidadesdf,699031/logistica-reversa-projeto-coleta-80-toneladas-de-vidro-em-um-mes.shtml. Acesso em: jun. 2019.

IBGE. **Produto Interno Bruto: Brasil.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em jun, 2019.

JABBOUR, A. B. L. et al. Brazil's new national policy on solid waste: challenges and opportunities. **Clean Technologies and Environmental Policy**, vol. 16, n. 1, p.7-9, 2013.

LANDIM, A. P. M. *et al.* **Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil.** Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/po/2016nahead/0104-1428-po-0104-14281897.pdf>. 2019.

LAYARGUES, Philippe. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. LOUREIRO, F.; LAYARGUES, P.; CASTRO, R. (Orgs.) **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania.** São Paulo: Cortez, 2002, 179-220.

LEITE, Paulo R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade.** São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LEMONS, E. **Diagnóstico da cadeia de reciclagem das embalagens de vidro em Santa Catarina.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis, 2012. 110p.

LOURENÇO, J. C.; LIRA, W. S. Logística Reversa de Resíduos Vítreos: um estudo de caso do processo implementado na unidade de beneficiamento e reciclagem de materiais vítreos. In: **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_185_053_23330.pdf. Acesso em: jun. 2018.

MONTEROSSO, E. P. Política Nacional de Resíduos Sólidos: um olhar crítico de um gestor público. In: AMARO, Aurélio Bandeira & VERDUM, Roberto (orgs.) **Política Nacional de Resíduos Sólidos**

e suas Interfaces com o espaço geográfico: entre conquistas e desafios. Porto Alegre: Editora Letra1, 2016, p. 22-30.

MORAIS, F. L. et al. O Potencial da Cadeia de Resíduos de Vidro de Embalagem no Distrito Federal. **9º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos.** Instituto Venturi. Porto Alegre, 13 a 15 de junho de 2018. Disponível em: <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/838>. Acesso em jun. 2019.

NASCIMENTO, V. F. et al. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Ambiente e Água**, vol. 10, n. 4, Taubaté, out.-dez., 2015.

ROSA, S. E. S.; COSENZA, J. P.; BARROSO, D. V. **Considerações sobre a Indústria do Vidro no Brasil.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 26, p. 101-138, set. 2007. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Convivencia/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Industria/200709_7.html. Acesso em jun. 2019.

SANTOS, F.F; FONTES, A. R. M.; MORIS, V. A. S.; SOUZA, R. L. R. Atores da cadeia de reciclagem: influência e impactos na atividade de triagem de materiais em uma cooperativa de Sorocaba-SP. **Revista de Gestão Social e Ambiental, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 85-101, set./dez. 2016.**

SANTIAGO, I. U. **Reciclagem de resíduos vítreos: um estudo sobre a situação atual em torno do gerenciamento destes resíduos no município de Belo Horizonte.** Monografia (Especialização em Saneamento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte, 2011. 44p.

SOARES, T. F. **Reciclagem do vidro para embalagens de alimentos e bebidas como etapa do Sistema de Gestão Ambiental.** Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal de Uberlândia: Faculdade de Engenharia Química. Uberlândia: nov. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/23773/1/ReciclagemVidroEmbalagens.pdf>. Acesso em jun. 2019.

SOUZA, M. T. S.; PAULA, M. B.; SOUZA-PINTO, H. **O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo.** Revista de Administração de Empresas, FGV-EAESP, vol. 52, n. 2, p. 246-262, mar-abr,2012.

TEODÓDIO, A. S. S.; GONÇALVES-DIAS, S. F. L. e SANTOS, M. C. Procrastinação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: catadores, governos e empresas na governança urbana. **Ciência e Cultura**, vol.68 no.4 São Paulo, out.-dez, 2016.

TORRES, A. F. R.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F. Entendendo a Estrutura da Cadeia Reversa das Garrafas de Vidro em São Paulo. In: **7th International Workshop Advances in Cleaner Production.** Barranquilla, Colombia. June, 2018. Disponível em: http://www.advancesincleanerproduction.net/7th/files/sessoes/6A/6/torres_and_goncalves-dias_academic.pdf. Acesso em jun. 2019.

VARELLA, C. V. S.; LIMA, F. P. A. O refugo da coleta seletiva: porque os materiais recicláveis não são reciclados. In: **XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_143_903_19322.pdf. Acesso em dez, 2016.

VERALLIA. **Reciclagem de vidro.** Disponível em: <https://br.verallia.com/sustentabilidade/reciclagem-de-vidro>. Acesso em maio de 2019.

VIRGEM, M.R.C. **Estudo dos riscos ocupacionais e percepções dos separadores de resíduos cooperados sobre o trabalho e a preservação ambiental.** Aracaju: UNIT, 2010. 84 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente). Universidade Tiradentes, Aracaju, 2010.