



# A7<sup>th</sup> Academic

INTERNATIONAL WORKSHOP  
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

## Entendendo a Estrutura da Cadeia Reversa das Garrafas de Vidro em São Paulo

TORRES, A. F. R.<sup>a\*</sup>, GONÇALVES-DIAS, S. L. F.<sup>a</sup>

*a. Universidade de São Paulo, USP. Escola de Artes e Ciências Humanas, EACH.*

*\*Corresponding author, [felipert@usp.br](mailto:felipert@usp.br)*

### Resumo

O estudo analisa os fluxos, atores e processos presentes na logística reversa das garrafas de vidro na cidade de São Paulo, analisando os dados mediante o quadro analítico proposto pelos autores de Brito e Decker (2002). Quadro que responde as questões “o que”, “como” e “por que” da existência da cadeia reversa. Para construir analisar a estrutura da cadeia reversa das garrafas de vidro, foram usados dados primários e secundários. Nessa dinâmica, existem múltiplos atores dos quais se destaca o papel do setor informal, que é representado pelos catadores de materiais recicláveis organizados e pelos garrafeiros. Esses atores realizam atividades incluindo coleta seletiva, separação, limpeza, pré-processamento e venda para reuso ou reciclagem. Existem diversas embalagens de vidro que não são projetadas para a desmontagem dos elementos adicionais, esses elementos dificultam o pré-processamento. Quanto à regulamentação no Brasil, já existem os instrumentos necessários para fiscalizar o cumprimento da responsabilidade. Identificou-se que os maiores entraves na implantação da LR correspondem a pouca abrangência da coleta seletiva, difícil manuseio e pré-processamento e falta de incentivos econômicos para o mercado da reciclagem do vidro.

*Palavras-chave: Logística reversa pós-consumo, embalagem, vidro, reciclagem*

### 1. Introdução

A preocupação com o meio ambiente tem aumentado por várias razões, incluindo, impactos ambientais ou externalidades negativas (FARLEY et al., 2016), pressão da sociedade, benefícios à imagem institucional das companhias (VAN HOEK, 1999) e mudanças nos hábitos dos consumidores, que prestam cada vez mais atenção aos aspectos ambientais, o que se transfere a cadeia de valor inteira (LAMPE et al., 1995).

As cidades têm metabolismos urbanos lineares e acelerados. As escalas e proporções desmesuradas de produção, consumo e descarte, catalisadas por fatores como a obsolescência programada, tornassem incontrolláveis e hoje em dia, a gestão dos resíduos é um desafio ambiental de dimensões inéditas (GONÇALVES-DIAS, 2016). No diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos (RSU) do ano 2015 (SNIS, 2017), foram registrados os dados fornecidos por 143 milhões de habitantes urbanos de 3520 municípios, que em termos demográficos representam 82,8% da população brasileira. O diagnóstico revela que diariamente são coletadas 171 mil toneladas de resíduos domiciliares, com valores meios de massa coletada per capita de 1,00 kg/hab/dia. Do total dos resíduos, 60,9% são dispostos em aterros sanitários, 11,5% em aterros controlados, 10,1% em lixões, 15,4% sem informação e só 2,3% são encaminhadas para *centrais de triagem* e compostagem (SNIS, 2017).

Já em São Paulo, diariamente são coletadas mais de 20 mil toneladas de resíduos sólidos domiciliares. A cidade conta com uma população estimada de mais de 12 milhões de habitantes (IBGE, 2017). A

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

composição gravimétrica dos RSU é de 51% matéria orgânica, 36% materiais secos e 14% de rejeitos (SÃO PAULO, 2015). Desses índices, decorrem os dados específicos para cada material, com destaque especial para as embalagens. A percentagem em massa corresponde a: plástico 13,5%, metal 2,9%, papel 13,1% e vidro 2,4%.

Dentre os resíduos potencialmente aproveitáveis o presente trabalho tem como objeto entender o vidro, especificamente as garrafas ou vasilhames para bebida não retornáveis. Estatísticas colocam que a reciclagem de vidro na cidade atinge quase 50% (ABIVIDRO, 2017; SÃO PAULO et al., 2015), mas existem múltiplos fatores que indicam a falta de confiabilidade nesses dados, como por exemplo a grande informalidade do setor com pouca ou nenhuma rastreabilidade.

O objetivo principal do estudo é entender a estrutura da cadeia reversa das garrafas de vidro na cidade de São Paulo. Caracterizando e analisando fluxos, etapas, processos, atores, barreiras, desafios e oportunidades presentes nesta dinâmica.

### 1.1 *Logística reversa LR e Legislação brasileira*

A Logística Reversa (LR) não é mais a desconhecida área de alguns anos atrás no Brasil. Atualmente, esses sistemas estão sendo implantados, em relação aos aspectos políticos e legais, operacionais e sociais (COUTO et al., 2017). Na literatura internacional, a mais antiga referência sobre LR, data do início dos anos setenta. Depois, nos anos oitenta, o conceito de LR ganhou força e só a partir dos anos noventa passou a fazer parte da agenda econômica (GONÇALVES-DIAS et al., 2012).

Dowlatshahi (2000), define a LR como um processo sistemático que gere o fluxo de produtos/partes desde o ponto de consumo, retornando ao ponto de manufatura para possível reciclagem, remanufatura ou disposição final adequada. O conceito de LR emergiu com o ânimo de reduzir a extração de matéria-prima e a disposição dos resíduos nos aterros, revalorizando os resíduos pós-consumo e estendendo o seu ciclo de vida. Para incorporar eficientemente atividades de reprocessamento, reciclagem ou reuso, são necessárias mudanças nos processos dos produtores, fornecedores e consumidores (GONZÁLEZ-TORRE et al., 2006).

Hoje a LR é uma estratégia importante no mundo dos negócios sustentáveis e lucrativos, no entanto, existem dificuldades na estruturação e implementação da mesma (GONÇALVES-DIAS et al., 2012). Principalmente no que diz respeito a interação entre os atores da cadeia, os instrumentos de comando e controle (CIPRIANO, 2017) e as estratégias de inovação tecnológica e gerencial (DEMAJOROVIC et al., 2014).

Como resultado do reforço das legislações ambientais, mais e mais fabricantes ao redor do mundo estão assumindo a responsabilidade pelo produto ao final do ciclo de vida, desenvolvendo estratégias para incorporar as questões ambientais. No Brasil, após de quase duas décadas de tramitação em processo legislativo, foi aprovada em 2010 a Lei 12.305, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASÍLIA, 2012). A PNRS é o marco regulatório dos resíduos no Brasil e entre outros aspectos, estabelece as normas sobre a disposição adequada dos resíduos, a implementação dos serviços de coleta seletiva e o estímulo da reciclagem com inclusão social de catadores. A PNRS, estabelece também, os princípios, objetivos, diretrizes, metas, ações e instrumentos relacionados à limpeza urbana e manejo adequado dos RSU. A partir dessa legislação, foram proibidos os lixões para destinação dos RSU, estimulando a erradicação dos mesmos e estabelecendo normativas ambientais para a criação dos novos aterros. Nesse e em outros âmbitos a implantação da PNRS não tem sido muito exitosa, ainda há muitos desafios quanto a gestão sustentável dos RSU no Brasil.

A respeito da LR pós-consumo, a PNRS estabelece no artigo 33, que os sistemas de LR devem ser estendidos aos produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro considerando o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados (BRASÍLIA, 2012). Destacasse a questão da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, com atribuições individualizadas e entrelaçadas a todos os elos do sistema produtivo, bem como com responsabilidades para o consumidor e o poder público. Enfatizando nas obrigações legais impostas aos fabricantes de produtos e embalagens (CIPRIANO, 2017). O artigo 33, coloca que o modelo de regulamentação dos sistemas de LR seja por meio dos Acordos Setoriais (AS) que são atos de natureza contratual, firmados voluntariamente entre o poder público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, visando a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. No final do ano 2015, o AS para implantação do sistema de LR de embalagens em geral foi assinado, pelo Compromisso empresarial para a reciclagem (CEMPRE) e voluntariamente pelas

associações da Coalizão Embalagem (SINIR, 2017). No entanto, o AS de embalagens não foi assinado por todos os agentes envolvidos. Para criar isonomia na responsabilidade compartilhada por todos os agentes envolvidos, independentemente de ter assinado o AS ou não, foi publicado o Decreto Nº 9.177/2017. O qual regulamenta que se aplicam aos signatários, aos aderentes e aos não signatários as penalidades previstas na legislação ambiental Lei 12.305.

### 1.2 *Compreendendo a estrutura da cadeia reversa*

Com o intuito de estruturar o processo de decisão, dar uma tipologia da problemática e colocar as inter-relações do processo, a análise se baseia no estudo dos autores de Brito e Dekker (2002), que definiram um quadro analítico caracterizando a LR desde três perspectivas primárias: por que existem fluxos reversos? O que constitui estes fluxos reversos? e como é recuperado o material?

#### *Por que as coisas retornam?*

Existem duas perspectivas no fluxo reverso dos materiais: a de *quem retorna* e a de *quem recebe*. O consumidor tem o produto e o retorna ao fabricante, quem o recebe e tenta revende-lo, redistribui-lo ou transforma-lo para recuperar valor do produto.

*Quem recebe* é impulsionado por três fatores motrizes: (1) econômicos, (2) legislativos e (3) responsabilidade estendida. Os fatores econômicos (1) estão principalmente ligados a receita que surge das atividades de recuperação e revalorização, como por exemplo com a reciclagem. Em termos de competitividade, as companhias podem se envolver em LR para melhorar a imagem ambiental da companhia, prevenir o uso inadequado da marca e a falsificação, proteção de tecnologias, entre outros. Os fatores legislativos (2) referem-se a qualquer jurisdição que indique à firma recuperar seus produtos ou aceitá-los de volta. A responsabilidade estendida (3) é um conjunto de valores e princípios que neste caso levam a firma se tornar responsável e engajada com a LR.

Desde a perspectiva de *quem retorna* existem três grupos de fluxos reversos: por questões de manufatura, de distribuição e dos clientes. No presente trabalho é estudado o retorno dos produtos pós-consumo, que se encaixa no terceiro grupo: dos clientes, que são consumidores finais e varejistas.

#### *O que? Tipos e características dos produtos retornados*

Neste ponto, a importância não é a respeito do próprio produto, mas sim das características do mesmo. Três características parecem relevantes: composição do produto, padrões de uso e deterioração. A composição do produto contempla a facilidade de desmontagem, a homogeneidade dos elementos constitutivos, a presença de materiais perigosos e facilidade de transporte. Essas características são intrínsecas do produto e são determinadas durante a fase de *design do produto*.

Os padrões de uso do produto são determinados pelo local, a intensidade e a duração do uso. A locação determina os custos de coleta, porque quanto mais locais maior a dificuldade de coleta. A intensidade e a duração de uso, são variáveis e marcam a diferença se o uso é constante, durante tempo prolongado ou ocasional durante curto tempo.

As características de deterioração determinam a funcionalidade restante do produto, seja como um todo ou por partes, afetando fortemente as opções de recuperação. A deterioração pode ser intrínseca e tem a ver com quanto dura o produto durante seu uso. É consumido totalmente? Degrada rapidamente? Pode ser reusado ou reciclado? A deterioração é homogênea ou não? Existe também a deterioração econômica devido a obsolescência programada, a moda e outros fatores econômicos e comportamentais.

#### *Como? Atores e processos*

O terceiro ponto de vista consiste em observar como a LR acontece na prática, analisando os atores e os processos envolvidos. Os atores podem ser diferenciados em *quem devolve*, *quem recebe*, *quem coleta* e *quem processa* o material.

Cada ator com objetivos e interesses diferentes, que podem causar competição, assim como também incentivar parcerias para efetivar a organização das operações. As principais forças motrizes para as companhias privadas são o fator econômico e o legal, enquanto que para as entidades públicas são principalmente os fatores éticos e legais. Portanto, podem ser caracterizados quatro processos reversos em função da reciclagem: (1) a coleta; (2) o processo combinado de inspeção, seleção e triagem; (3) o reprocessamento e (4) a distribuição (GONÇALVES-DIAS et al.,2006)

## 2. Métodos

A pesquisa baseou-se em estratégias metodológicas de dois tipos: as de coleta de dados e as de análise dos dados coletados. A coleta de dados secundários foi feita mediante a busca sistemática de literatura (KOLLER et al., 2014), nas bases de dados eletrônicas da Tabela 1, usando a combinação dos termos “vidro + reversa”, pesquisando no título, nas palavras chave ou no abstract dos trabalhos. Obteve-se 268 resultados que depois de filtrados reduziram-se para três artigos relevantes para esta pesquisa (ESTIVAL, 2004; LUNA et al., 2016). Os resultados mostram a lacuna na literatura sobre o estudo da cadeia reversa e a LR do vidro no Brasil.

**Tabela 1** Bases de dados eletrônicas consultadas.

Base de dados	Instituição	Disponível em
Portal de Periódicos.	CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; MEC, Ministério da Educação. Portal de Periódicos.	<a href="http://www-periodicos-capes-gov-br.ez67.periodicos.capes.gov.br">http://www-periodicos-capes-gov-br.ez67.periodicos.capes.gov.br</a>
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.	IBICT, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia	<a href="http://bdtd.ibict.br/vufind/">http://bdtd.ibict.br/vufind/</a>
Scientific Electronic Library Online	SCIELO	<a href="http://www.scielo.org">http://www.scielo.org</a>
Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UFMG	UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais.	<a href="http://www.bibliotecadigital.ufmg.br">www.bibliotecadigital.ufmg.br</a>
Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFPE).	UFPE, Universidade Federal de Pernambuco.	<a href="http://www.repositorio.ufpe.br">http://www.repositorio.ufpe.br</a>
Repositório Digital Lume.	UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.	<a href="http://www.lume.ufrgs.br/">http://www.lume.ufrgs.br/</a>
Minerva - UFRJ.	UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.	<a href="https://minerva.ufrj.br">https://minerva.ufrj.br</a>
Biblioteca Digital da UNICAMP.	UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas.	<a href="http://www.bibliotecadigital.unicamp.br">http://www.bibliotecadigital.unicamp.br</a>
Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP.	USP, Universidade de São Paulo.	<a href="http://www.teses.usp.br/">http://www.teses.usp.br/</a>

Foram consultados estudos e audiências públicas disponíveis na internet, produzidos por órgãos governamentais (BRASIL et al., 2017; IBGE, 2017; IPEA, 2012; SNIS, 2017) e instituições que representam os interesses das empresas e organizações envolvidas com a reciclagem (ABIVIDRO, 2017; CEMPRE, 2016). Apesar do número reduzido de literatura científica localizada, o debate sobre o a LR do vidro é um tema atual e relevante.

Foram realizadas visitas em campo em três *cooperativas de reciclagem*, observando os processos de *separação* e *pré-processamento* do vidro. Contou-se também com a participação e o acesso a dados primários do programa privado de LR (GIG, 2017), que atua em parceria com algumas *cooperativas de catadores* e os *fabricantes do vidro*.

Na análise dos dados coletados usou-se o quadro analítico proposto pelos autores de Brito e Dekker (2002) para entender o que? Como? E por que? da existência da *cadeia reversa* dos vasilhames ou garrafas de vidro na cidade de São Paulo.

## 3. Entendendo a estrutura

Nesta seção é apresentada a complexidade do mercado de reciclagem das garrafas de vidro na cidade de São Paulo. Mercado caracterizado pela presença de múltiplos atores com diferentes interesses e que portanto, demanda construções inter, multi e transdisciplinares para sua análise (GONÇALVES-DIAS, TEODÓSIO, 2006).

A indústria do vidro cobre cinco setores diferentes: recipientes, vidro plano (prédios, automóveis e painéis solares), fibra de vidro, vidro doméstico e vidros especiais. Para os fabricantes de vidro no Brasil, as embalagens ou recipientes têm um papel importante, já que é responsável por cerca de 40% do consumo deste material e se estima que o consumo per capita anual é de aproximadamente 12 kg (ABIVIDRO, 2017). Segundo o estudo macroeconômico da embalagem (IBRE et al., 2017), em 2017 se prevê que a produção bruta no setor de embalagens seja de R\$ 70,4 bilhões, onde as embalagens de vidro representam 4,4% do valor.

Historicamente, as bebidas foram embaladas quase exclusivamente dentro de recipientes de vidro. Mais tarde, no fim dos anos oitenta, se deu a introdução da embalagem PET no Brasil (GONÇALVES-

DIAS et al., 2006). Fato que teve alto impacto no setor dos refrigerantes, diminuindo consideravelmente o uso do vidro. No período 2010-2014 no Brasil, 77% dos refrigerantes do foram envasados em PET, 13% em lata e 10% em vidro e outros. No setor das cervejas o comportamento foi diferente, nesse período, 58% da cerveja foi embalada em vidro retornável, 3% em vidro descartável e 39% em lata. (BNDES, 2014). A substituição das embalagens de vidro em várias categorias de produtos, pode ser expressa por um crescimento de 2120% no segmento de PET, enquanto a indústria do vidro ficou estagnada no período de 1992-2003 (CRISPIM et al., 2008).

De forma geral as embalagens PET ofereciam maiores benefícios e menores custos, por isso os fabricantes passaram a ter acesso a uma embalagem que demandava menor investimento em ativos e processos de produção e distribuição. Os distribuidores passaram a ter acesso a um produto com embalagem mais funcional desde o ponto de vista de manipulação, estocagem e exposição, sujeito a menores perdas por quebras. Além disso, dispensava-se dos processos de controle, estocagem, manipulação e operação das embalagens retornáveis. Para os consumidores também foi uma novidade, porque passaram a dispor de maior quantidade de marcas e preços, facilitando também a logística enquanto a disponibilidade e descarte, no conceito via única (*one way*). Finalmente também entraram no mercado atores regionais prescindindo dos sistemas logísticos sofisticados e caros de embalagem (CRISPIM et al., 2008).

### 3.1 *Por que as garrafas retornam? Fatores econômicos, legislativos e responsabilidade estendida.*

Sobre os fatores econômicos (1), o vidro é infinitamente reciclável e gera receita especialmente nas atividades de transformação em novos produtos. O uso do *caco* (vidro quebrado) evita a utilização de matéria-prima virgem, economizando energia e reduzindo as emissões de carbono. Isso, devido a que a temperatura de fusão do *caco* é muito menor que a dos materiais originais, portanto requer de menos energia para criar o vidro fundido. Se estima que ao usar 1kg de *caco* é substituído 1,2 kg de materiais brutos, que caso contrário seriam extraídos. Além disso, cada 10% de vidro reciclado resulta em 5% de redução nas emissões de carbono e 3% em energia (OWENS-ILLINOIS, 2010). O uso do *caco* reduz a quantidade de barrilha necessária, matéria-prima de alto custo no Brasil devido a inexistência de fontes nativas (ESTIVAL, 2004). Em termos de competitividade, algumas companhias de bebidas também se interessam na coleta das garrafas descartadas para prevenir o uso inadequado da marca e a falsificação. As motivações econômicas de outros atores podem incluir também: aumento de vida útil dos *aterros*, geração de empregos verdes, reinserção socioeconômica dos *catadores*, redução dos custos de *coleta*, e proteção do meio ambiente (GONÇALVES-DIAS e TEODÓSIO, 2006).

Existem também os desmotivadores econômicos na implantação da LR do vidro. No caso da fabricação das embalagens de vidro, a principal matéria-prima é areia, produto natural que é naturalmente abundante, de extração simples e barata. Fato que tem grande influência no preço baixo na compra do *caco* por parte da indústria. Em comparação aos outros materiais recicláveis o preço de comercialização do vidro para reciclagem é muito baixo. No estado de São Paulo, uma tonelada de vidro é comercializada em meia por R\$130, enquanto a tonelada de PET e alumínio custam em meia R\$1.550 e R\$3.300 respectivamente (CEMPRE, 2016). A tributação dos materiais recicláveis se dá com a taxa do imposto quando os materiais são vendidos nos fluxos reversos. O custo do frete é considerável, representa aproximadamente 60% do valor da tonelada (GIG, 2017), diminuindo ainda mais a margem de lucro. Quanto ao *caco*, há pouca possibilidade de agregar valor ao material de acordo com os critérios estabelecidos pelo comprador, há pouca flexibilidade para a negociação com a *indústria do vidro* e quando o material é considerado como sujo ou misto o preço por tonelada cai (GIG, 2017). A inexistência de concorrência para a compra do *caco* obriga aos vendedores a estar sujeitos ao preço imposto pela indústria que faz a transformação.

A força motriz legislativa (2), corresponde a PNRS, que estabelece a responsabilidade compartilhada com o objetivo de garantir a destinação final adequada das embalagens mediante o AS e o Decreto N° 9.177/2017 (CEMPRE et al., 2017).

A responsabilidade estendida (3), está imersa dentro do estabelecido na PNRS integrando as iniciativas e ações dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos.

### 3.2 *O que? Composição do produto, padrões de uso e deterioração.*

*Composição:* o principal material dos recipientes estudados é o vidro, que é um composto formado principalmente por óxidos de sílica (74%) e de sódio (12%). Também consta de elementos tais como cálcio, magnésio, alumínio e potássio, que fornecem propriedades específicas como a resistência e a

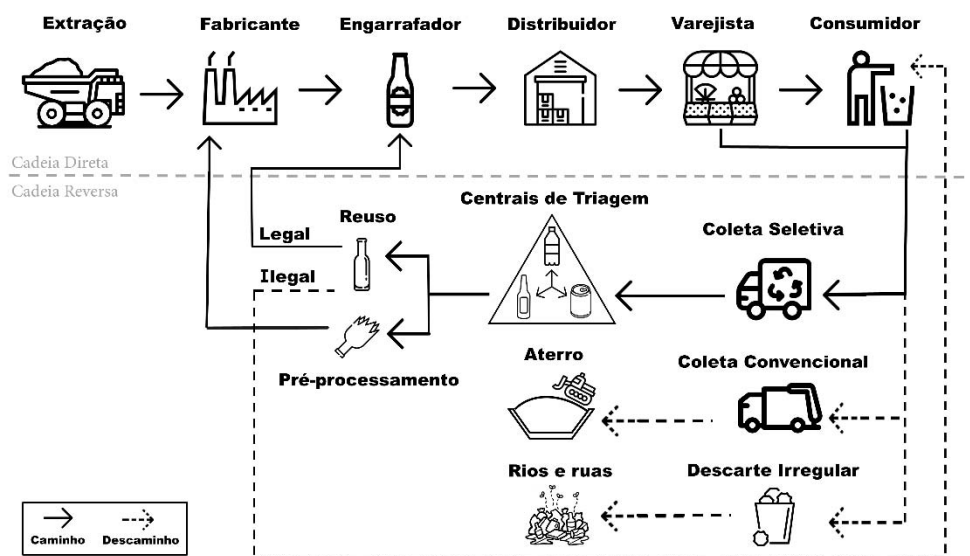
cor (MAFRA, 2017). O vidro é um produto inorgânico de fusão, que foi resfriado até atingir condição de rigidez, sem sofrer cristalização (ZANOTTO et al., 2017). Algumas das principais propriedades físico-químicas do vidro incluem: transparente, inerte, prático, reutilizável, higiênico, impermeável, alta durabilidade, condutividade elétrica e dilatação térmica muito baixas e é um material permanente, ou seja infinitamente reciclável (ABIVIDRO, 2017; TIOZZO et al., 2016). Além do vidro, os recipientes ou garrafas são compostas por uma ampla variedade de elementos. Esses elementos incluem: tampas, anéis de segurança, dosadores e rótulos entre outros. Dentre os materiais desses componentes se distinguem alguns como: metálicos ferrosos e não ferrosos, plásticos, papel, borrachas e cortiça.

*Padrões de uso:* são variáveis de acordo ao recipiente e o conteúdo. As garrafas são usadas constantemente durante tempos curtos e prolongados, dependendo entre outros fatores se a bebida é quente ou fria, por exemplo, uísque ou cerveja/suco. Quanto ao local, as garrafas de vidro se espalham por todos os cantos da cidade, mediante diferentes canais de distribuição.

*Deterioração:* o vidro é um material de alta dureza, portanto, é resistente ao desgaste e ao mesmo tempo é frágil. Se o uso é adequado, a deterioração é pouca e homogênea, os recipientes podem ser reusados, depois de revisados e higienizados. O vidro não sofre de deterioração econômica nem ambiental.

### 3.3 Como? Quem devolve? Quem coleta? Quem recebe? Quem processa?

Como mostra a Fig. 1, as embalagens de vidro transitam a *cadeia direta* e quando transitam pelos *caminhos da reciclagem* ou *reuso* fecham o ciclo de aproveitamento integral.



**Fig. 1** Estrutura da *cadeia direta* e da *cadeia reversa* das garrafas de vidro na cidade de São Paulo. Elaboração própria, ícones tomados de (FREEPIK, 2017)

*Quem devolve?* O fluxo reverso dos recipientes de vidro pós-consumo inicia com o consumidor, que descarta a embalagem gerando o resíduo. Neste estudo, o consumidor contempla tanto a *pessoa física*, como também, alguns *varejistas* (bares e restaurantes) ou seja *grandes geradores (GG)* (SÃO PAULO et al., 2015). O comportamento desse consumidor-iniciador, depende de múltiplos fatores com algumas incertezas, como o nível de educação, o acesso a informação e o próprio interesse pela destinação adequada dos seus resíduos. Na parte inferior da Fig. 1, as garrafas transitam de direita para a esquerda, a través dos possíveis *caminhos* e *descaminhos*.

*Quem coleta?* O fluxo reverso se dá quando as garrafas transitam o *caminho da reciclagem* e são coletadas de forma *seletiva*. Para isso, além do serviço de coleta deve existir a participação do consumidor. Caso contrário as garrafas são coletadas de forma *convencional* ou *descartadas irregularmente* transitando pelos *descaminhos*, indicados pelas linhas ponteadas na Fig. 1.

Em São Paulo, a *coleta convencional* é responsabilidade do município e é executada pelas concessionárias LOGA e ECOURBIS (BRASIL et al., 2017). Nesse serviço, existe a tendência de uso de caminhões compactadores. Esses veículos não são os mais adequados para o transporte dos resíduos recicláveis, no caso do vidro, o material se fratura, se mistura e se contamina. Além disso, causa

danos as hastes dos cilindros de compactação.

As garrafas que são *descartadas irregularmente* (ver Fig. 1), muito provavelmente vão acabar nas ruas, no esgoto, nos parques, nos rios e nos lagos, causando impactos ambientais negativos.

Uma parcela da *coleta seletiva* é formalmente executada pelas concessionárias da cidade LOGA e ECOURBIS (BRASIL et al., 2017), atuando em parceria com as *centrais de triagem de materiais recicláveis*. Outra parcela da *coleta seletiva* do vidro é executada por um *sistema de LR privado* (GIG, 2017), sistema que coleta as garrafas diretamente dos locais de *GG* (bares e restaurantes) e depois, leva o material até as *cooperativas de reciclagem* (DEMAJOROVIC et al., 2014; GIG, 2017). Além de manejar volumes consideráveis, a vantagem desse sistema, é que o vidro já vem segregado desde a fonte, evitando que se misture excessivamente com outros resíduos e a quebra antecipada. A responsabilidade do setor *privado* é representada por essa iniciativa que conta com a participação do *fabricante* de vidro e algumas marcas de *engarrafadoras de bebidas* nacionais e estrangeiras, *atores iniciadores da cadeia direta* (ver Fig. 1).

As *cooperativas de catadores* também prestam o serviço de *coleta seletiva*. Essas organizações podem ser cadastradas ou não. As primeiras, atingiram as condições necessárias de organização e infraestrutura para ser reconhecidas pelo município. Em alguns casos recebem apoio técnico e financeiro, como por exemplo caminhões esteiras e receita pelo serviço prestado. No entanto, as condições de trabalho permanecem precárias na maior parte delas e também não são devidamente reconhecidas pelo serviço (DEMAJOROVIC et al., 2014). As *cooperativas não cadastradas*, são iniciativas de *catadores organizados*, que prestam o serviço de *coleta seletiva* com veículos próprios, mas existe a falta de material, já que não possuem capital de giro para ter uma frota de caminhões e também não recebem os resíduos de outros sistemas de *coleta seletiva*. A receita que recebem os *catadores* é muito baixa, porque dependem somente da venda do material. Estudos recentes (VALLIN et al., 2017), mostram que muitas dessas organizações são formadas majoritariamente por mulheres *catadoras*. Mulheres que são mães e/ou avôs chefes de família, que acharam na atividade da reciclagem a forma de sustentar suas famílias economicamente. Fato que reforça ainda mais a importância do serviço socioambiental prestado pelos *catadores* e as *cooperativas*.

Os *catadores independentes* transitam pelas ruas da cidade, puxando carroças enquanto coletam os materiais recicláveis que tem mercado. São essas pessoas, responsáveis pela maior parcela de material processado na *cadeia da reciclagem* em geral e são os que recebem a menor parcela do valor gerado na atividade (DEMAJOROVIC et al., 2014). Sofrem de duplo estigma social: trabalhar com *lixo* e trabalhar na rua. Quanto ao vidro, é um material pouco atrativo para esses atores, porque seu peso específico é elevado e seu manuseio é delicado e perigoso. Além disso, os preços são muito baixos e é difícil achar comprador para quantidades pequenas. Nesse cenário, o material infinitamente reciclável não é reciclado porque não tem mercado.

Os denominados *garrafeiros* se dedicam exclusivamente a coleta de garrafas inteiras e as comercializam para posterior *reuso* (ESTIVAL, 2004). A informalidade presente nas atividades desses atores dificulta o seguimento das atividades e processos dos mesmos, ainda se sabe muito pouco a respeito.

*Quem recebe?* As *centrais de triagem* (ver Fig. 1), são as *cooperativas de catadores* e as *centrais mecanizadas*. São Paulo conta com duas *centrais mecanizadas*, sob responsabilidade de cada uma concessionárias (ECOURBIS, 2017; LOGA, 2017), em parceria com duas *cooperativas de catadores*. Atualmente as *centrais mecanizadas* só separam uma parcela dos materiais recicláveis que chegam. Devido entre outros fatores, a condição dos resíduos, que chegam mesclados, somado à alta velocidade das esteiras, que impede a separação manual. Portanto, ali o vidro não é separado e as *centrais mecanizadas* são consideradas como *descaminho*. As *cooperativas de catadores* recebem materiais de todo tipo e realizam processos de *triagem* e *condicionamento* específicos, até atingir as condições de venda exigidas pelos *compradores*. As *cooperativas de catadores* são consideradas como *caminho*. Os *garrafeiros* são atores que juntam grandes quantidades de garrafas em depósitos e as comercializam para *reuso*. Usualmente coletam garrafas que não são retornáveis na percepção do *consumidor* que as descarta. O *reuso* pode ser *legal* ou *ilegal*, no *reuso legal*, as garrafas voltam ao *engarrafadora de bebidas*, quem compra, higieniza e coloca seu produto novamente dentro da garrafa, processo que é considerado *caminho* (ver Fig. 1) No *reuso ilegal*, as garrafas são comercializadas para *falsificação*, mercado que foca principalmente em bebidas importadas. Em muitos casos os *falsificadores* também chegam até as *cooperativas de catadores* oferecendo nota fiscal e preços

atrativos, muito acima do preço do *caco*, incentivando esse *descaminho*.

*Quem processa?* São atores que fazem a *revalorização* e atores que fazem a *transformação*. Neste estudo, a *revalorização* do vidro refere-se ao acondicionamento das garrafas quebrando-as para obter os *cacos* e retirar contaminantes. Nas *cooperativas de catadores*, usualmente existe uma ou várias pessoas que se dedicam exclusivamente a esse processo manual ou em alguns casos recebem trituradoras mecânicas (DEMAJOROVIC et al., 2014). A quebra e limpeza de impurezas é requerida pelos *fabricantes de vidro*, quando esses padrões de qualidade são atingidos, os *cacos de vidro* das *cooperativas* podem ser vendidos diretamente ao *fabricante*. Caso contrário, é necessária mais uma logística, tratasse das denominadas *beneficiadoras*. Em São Paulo existem três *beneficiadoras* (MASSFIX, 2017; RECITOTAL, 2017), que são empresas privadas com diferentes tamanhos e formas de trabalhar, no entanto, tem práticas em comum. *Coletam caco* das *cooperativas* e também vidro da *indústria*. Usualmente emprestam suas caçambas e fazem a logística com sua frota própria de caminhões, fato que tem grande influência na viabilidade econômica do negócio, somado ao capital de giro necessário para operar enquanto acumulam grandes quantidades de *caco*.

No final da *cadeia reversa* se encontram os atores responsáveis pela *transformação*: as *fábricas de vidro* (ver Fig. 1). Nos *fornos de fundição* é onde a reciclagem propriamente dita. O tamanho dessas estruturas se aproxima ao de prédios, unidades operam continuamente durante décadas, mantendo as altas temperaturas. São equipamentos de custos elevados e precisam de medidas cuidadosas para operar adequadamente, razão pela qual as fábricas tem especificações rigorosas respeito aos níveis máximos de impurezas para a reciclagem do *caco de vidro*. Cada *forno* tem suas próprias especificações e trabalha com misturas diferentes (MAFRA, 2017), no estado de São Paulo concentra-se cerca de 62% dos fornos de fusão de vidro do Brasil, equivalente a 26 fornos, com fabricação predominante de vidro plano, seguida pelo setor de embalagens, doméstico e especiais, 86% do total de fornos utilizam gás natural e a porcentagem média de *caco* utilizado por forno é de 32% (ABIVIDRO, 2017).

#### 4. Conclusões

Baseados no modelo analítico proposto por de Brito e Dekker (2002), foi esquematizada a estrutura da cadeia reversa das garrafas de vidro na cidade de São Paulo, identificando os atores, fluxos, etapas e processos desta dinâmica. Ao longo da *cadeia reversa* do vidro existem múltiplos *atores*, com participação dos setores público, privado e informal. O último representa a maior parcela e é composto pelos *catadores organizados* e os *garrafeiros*, a *coleta seletiva informal* não tem rastreabilidade, e funciona mediante “acordos de cavalheiros” regulando assim o mercado. A abrangência da *coleta seletiva* em geral ainda é muito precária e a maior parte dos resíduos da cidade acaba transitando *descaminhos*, indo para os *aterros* e outros lugares não desejados.

As *cooperativas* são atores que participam em várias etapas da LR como são a *coleta*, a *triagem* e o *pré-processamento*, colocando o vidro e outros materiais no *caminho da reciclagem*. No cenário atual, há enormes desafios para a sustentabilidade das *cooperativas de catadores* (DEMAJOROVIC et al., 2014). Essas organizações precisam aprimorar o desempenho da separação para remover as impurezas (BEERKENS et al., 2011). Enquanto a única receita recebida pela *coleta, triagem e pré-processamento* do vidro seja o preço de venda por tonelada, a reciclagem do vidro não tem sido uma opção técnica nem economicamente muito atrativa para as *cooperativas de catadores*.

O manuseio do vidro é difícil, perigoso e exigente, tanto nos processos manuais como nos processos mecanizados de separação existe bastante dificuldade para retirar os dosadores e os anéis de seguridade das garrafas de vidro. A responsabilidade do design do produto na fase de separação e revalorização é fundamental. Os elementos adicionais devem ser projetados para fácil desmontagem.

A PNRS e o decreto de regulamentação se propõem a avançar na área fiscal, em acordos e na responsabilidade dos atores envolvidos na cadeia direta dos produtos, o que certamente está na direção de construção e consolidação de uma nova estrutura de governança neste campo. No entanto, ainda são muitos os entraves na área da LR das embalagens pós-consumo e o vidro é um dos materiais que melhor representa as dificuldades para implantação de tais acordos. Tanto assim, que o setor responsável fico por fora do AS de embalagens e até hoje está em mora. Atualmente não existe um sistema ou plano unificado que gerencie ou pretenda gerenciar os sistemas de LR das embalagens de vidro em São Paulo. Dadas as características intrínsecas do vidro, é necessário encontrar soluções conjuntas integrando e reconhecendo devidamente o papel de todos os atores da *cadeia reversa*.



No caso do Brasil, especificamente em São Paulo, existe a cadeia reversa do vidro e a demanda permanente por parte da indústria, os entraves da LR se encontram nas fases de coleta, separação, pré-processamento e incentivos econômicos. Sistemas de coleta exclusiva para o vidro tem mostrado resultados positivos em outras latitudes (GONZÁLEZ-TORRE et al., 2006) Recomenda-se que em estudos futuros sejam analisados dados quantitativos incluindo informação financeira e os volumes de material que transitam pelos *caminhos* e *descaminhos* da reciclagem.

## 5. Referências

- Abividro, 2017. Associação Brasileira das Indústrias de Vidro. <https://www.abividro.org.br> acessado em Novembro/2017
- Beerkens, R.; Kers, G.; Van Santen, E, 2011. Recycling of post-consumer glass: energy savings, co2 emission reduction, effects on glass quality and glass melting.
- BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2014. O setor de bebidas no Brasil.
- BRASIL, Câmara Legislativa do Distrito Federal, 2017. *Audiência pública - Debate sobre a logística reversa do vidro*. [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=1069&v=VdQSnKiUM9E](https://www.youtube.com/watch?time_continue=1069&v=VdQSnKiUM9E). acessado em Novembro/2017.
- BRASIL, Prefeitura de São Paulo, 2014. Coleta de Lixo. <http://www.capital.sp.gov.br/cidadao/rua-e-bairro/lixo/coleta-de-lixo> acessado em 21 Novembro/2017.
- BRASÍLIA, Câmara dos Deputados, 2012. Política nacional de resíduos sólidos, 2ed.
- CEMPRE, Conselho Empresarial para Reciclagem, 2017. Preços dos materiais recicláveis. <http://cempre.org.br/cempre-informa/id/105/preco-dos-materiais-reciclaveis> acessado em Novembro/2017.
- CEMPRE, Conselho Empresarial para Reciclagem; LENUM, AMBIENTAL, 2017. Acordo setorial.
- Cipriano, Tasso Alexandre Richetti Pires, 2017. O conceito de fabricante no direito brasileiro dos resíduos. *Revista de Direito Ambiental*, v. 86.
- Couto, Maria Claudia Lima; Lange, Liséte Celina, 2017. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 22, n. 5, p. 889–898.
- Crispim, Sérgio Feliciano; Borghi, Aparecido Roberley, 2008. Mudanças estruturais na Indústria Brasileira de Refrigerantes como Reflexo do Processo de Substituição das Embalagens de Vidro pelo PET na Década de 90. XXXII Encontro da ANPAD.
- De Brito, Marisa P.; Dekker, Rommert, 2002. Reverse Logistics - a framework. *Econometric Institute Report EI*, v. 38.
- Demajorovic, Jacques; Caires E. F.: Nunes, G. L.; da Costa, M. J, 2014. Integrando empresas e cooperativas de catadores em fluxos reversos de resíduos sólidos pós-consumo : o caso Vira-Lata.
- Dowlatshahi, Shad, 2000. Developing a Theory of Reverse Logistics. *Interfaces* v. 30.
- ECOURBIS, Ambiental, 2017 <http://www.ecourbis.com.br> acessado em Janeiro/2017
- Estival, Katianny Gomes Santana, 2004. Estudo do canal reverso de pós-consumo da embalagem de vidro em Recife/PE. Universidade Federal de Pernambuco, UFPE.
- Farley, Joshua; Voinov, Alexey, 2016. Economics, socio-ecological resilience and ecosystem services. *Journal of Environmental Management*, v. 183.
- GIG, Glass Is Good, DIAGEO, 2017. Projeto Glass is Good. <http://www.glassisgood.com.br/> acessado em Novembro/2017.
- Gonçalves-Dias, Sylmara Lopes Francelino, 2016. Consumo e resíduos: duas faces da mesma moeda. *GVEXECUTIVO*, v. 14, n. Janeiro 2015, 2016.
- Gonçalves-Dias, Sylmara Lopes Francelino; Labegalini, Letícia; Polidório, Gilson Rodrigo Silvério, 2012. Sustentabilidade em cadeia de suprimentos: Uma perspectiva comparada de publicações nacionais e internacionais. *Produção*, v. 22

- Gonçalves-Dias, Sylmara Lopes Francelino; Teodósio, Armindo Dos Santos De Sousa, 2006. Estrutura da cadeia reversa: “caminhos” e “descaminhos” da embalagem PET. *Produção*, v. 16, n. 3, p. 429–441.
- González-Torre, Pilar L.; Adenso-Díaz, 2006. Belarmino. Reverse logistics practices in the glass sector in Spain and Belgium. *International Business Review*, v. 15, n. 5, p. 527–546.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Panorama São Paulo cidade. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama> acessado em Novembro/2017.
- IBRE, Instituto Brasileiro de Economia; FGV, Fundação Getúlio Vargas; ABRE, Associação Brasileira de Embalagem, 2017. Estudo Macroeconômico da embalagem ABRE/FGV.
- IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos. Relatório de Pesquisa, p. 82.
- Koller, Silvia H.; Couto, Maria Clara P. de Paula, 2014. Manual de Produção Científica. Porto Alegre: Pensa.
- Lampe, Marc; Gazda, Gregory M, 1995. Green marketing in Europe and the United States: An evolving business and society interface. *International Business Review*, v. 4, n. 3, p. 295–312
- LOGA. Logística Ambiental de São Paulo, 2017. <http://www.loga.com.br/default.asp> acessado em Novembro/2017.
- Luna A., Roger; Filho, José M.; Viana, Fernando L. E, 2014. Analysis of reverse logistics management for glass bottles at a spirits company. *Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 9, n. 4.
- Mafra, Nícia Beatriz Monteiro, 2017. Resíduos Sólidos E Ciclo De Vida: Um Estudo Sobre Sustentabilidade Da Reciclagem De Vidro Na Coleta Seletiva. IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas.
- MASSFIX, 2017. Reciclagem de vidro Massfix. <http://www.massfix.com.br> acessado em Novembro/2017.
- OWENS-ILLINOIS, INC, 2010. The Complete Life cycle assessment. p. 12.
- Recitotal, 2017. <http://www.recitotal.com.br> acessado em Novembro/2017.
- Sabião, Jenifer Dallaqua; Aranda, Rosana Lima Gonçalves; Gonçalves, Luiz Cláudio, 2016. Logística Reversa no segmento de resíduos de garrafa de vidro: estudo de caso na empresa de cacos de vidro Mazzeto. *Revista FATEC Zona Sul*.
- São Paulo, Município, 2015. Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo.
- SINIR, Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão de Resíduos Sólidos, 2015. Acordo Setorial de embalagens em Geral.
- SNIS, Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - Ministério das Cidades, 2017. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2015. p. 173.
- Tiozzo, S., Favaro, N, 2016. Permanent Materials in the Framework of the Circular Economy Concept: Review of existing literature and Definitions, and Classification of Glass as a Permanent Material
- UN, United Nations General Assembly, 2015. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. [www.sustainabledevelopment.un.org](http://www.sustainabledevelopment.un.org) acessado em Fevereiro/2018.
- Vallin, Isabella De Carvalho; Gonçalves-Dias, Sylmara Lopes Francelino, 2017. Injustiça Ambiental e Gênero: Um Olhar Sobre as Mulheres Catadoras de Materiais Recicláveis. VIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade.
- Van Hoek, Remko I, 1999. From reversed logistics to green supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Zanotto, Edgar D.; Mauro, John C, 2017. The glassy state of matter: Its definition and ultimate fate. *Journal of Non-Crystalline Solids*, v. 471, n. May, p. 490–495.