

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E**  
**AMBIENTAL**

**ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DE RESÍDUOS**  
**GERADOS EM EVENTOS DE GRANDE PORTE NO**  
**DISTRITO FEDERAL**

**GABRIEL HENRIQUES DE AQUINO**

**ORIENTADOR: CLAUDIO HENRIQUE DE ALMEIDA**  
**FEITOSA PEREIRA**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM**  
**ENGENHARIA AMBIENTAL**

**Brasília – Dezembro/2020**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E  
AMBIENTAL**

**ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DE RESÍDUOS GERADOS  
EM EVENTOS DE GRANDE PORTE NO DISTRITO  
FEDERAL**

**GABRIEL HENRIQUES DE AQUINO**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO  
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE  
BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL.  
APROVADA POR:**

---

**Prof. Cláudio Henrique de Almeida Feitosa Pereira, Doutor. (EnC/UnB)**  
**(ORIENTADOR)**

---

**Prof. Francisco Javier Contreras Pineda, Doutor. (EnC/UnB)**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**Prof. João Henrique da Silva Rêgo, Doutor. (EnC/UnB)**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**Eng<sup>a</sup>. Karoline Matos da Hora, especialista**  
**(EXAMINADOR EXTERNA)**

**DATA: BRASÍLIA/DF, 03 DE DEZEMBRO DE 2020.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

AQUINO, GABRIEL HENRIQUES DE. Análise do ciclo de vida de resíduos gerados em eventos de grande porte no Distrito Federal.

xii, 52p., 297mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Ambiental, 2020)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental

1. Análise do Ciclo de Vida;
2. Reciclagem;
3. Sustentabilidade;
4. Vidro;
5. Eventos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AQUINO, G. H. (2020). *Análise do ciclo de vida de resíduos gerados em eventos de grande porte no Distrito Federal*. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

## CESSÃO DE CRÉDITOS

NOME DO AUTOR: Gabriel Henriques de Aquino

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Análise do ciclo de vida de resíduos gerados em eventos de grande porte no Distrito Federal.

GRAU/ANO: Bacharel em Engenharia Ambiental / 2020

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor

---

Gabriel Henriques de Aquino

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Silvana e Marcos André, por me sempre apresentarem e me possibilitarem todas as oportunidades para realizar esse feito.

A eles e à minha irmã Julianna por todos os momentos de descontração durante todo o isolamento me possibilitando manter focado na realização desse projeto final.

A minha namorada, Thais Magalhães, por me ajudar a manter o foco, pelo carinho diário e pelo apoio em momentos difíceis.

A toda a minha família, Lorena, Edson, Silvana, Horcival, Cristiane, Pedro e Davi, que me apoiaram sempre durante toda a graduação.

Aos meus amigos/irmãos, Vinicius, Gabriel e João, que estão comigo a muito tempo e me formaram como pessoa que sou hoje e me apoiaram durante toda a graduação.

Aos meus amigos do “Bonde Internacional” e “OML” que estiveram comigo durante toda a graduação vivendo histórias que me fizeram crescer e que levarei comigo pela vida toda.

Aos meus parceiros, irmãos e sócios da Anima Produções, Mauro, Danilo, Lucas e Hian que estiveram comigo e compreenderam situações que envolviam demandas de trabalho e estudo, além de me desenvolver como pessoa e profissional com ensinamentos diários.

A minhas amigas, Luiza, Valentina, Dianniny que me ajudaram e apoiaram durante toda a graduação.

Ao meu grupo de estudo “Cumbuquinha”, pela parceria em momentos difíceis de estudo e superação, sem eles provavelmente não chegaria até aqui, principalmente meus parceiros de curso inteiro Rafael Dias e Gabriel Klein.

Ao meu orientador, Cláudio, pela disponibilidade, ajuda e compreensão em todo o processo do projeto final.

Pelos parceiros Kallel e Roberto Bretas pelo fornecimento de informações específicas, sem vocês não seria possível a realização deste projeto.

A UnB e todas as pessoas que tive contato, de diferentes cursos, vocês me formaram como pessoa e profissional.

Enfim, a todos aqueles que me apoiaram e torceram por mim, o meu muito obrigado, essa conquista também é de vocês.

## **Análise do ciclo de vida de resíduos sólidos em eventos de grande porte no Distrito Federal**

**Autor – Gabriel Henriques de Aquino**

**Orientador – Claudio Henrique de Almeida Feitosa Pereira**

De acordo com dados levantados pela consultoria PwC (2017) estimam que o mercado de mídia e entretenimento crescerá globalmente a uma média anual de 4,2% chegando a US\$2,23 trilhões em 2021. O que anteriormente era um mercado informal, mas que resultava em uma grande movimentação econômica, hoje em dia ganha traços de um mercado consolidado e que busca cada vez mais se profissionalizar e entregar um melhor serviço aos seus clientes, atrelado a uma grande conscientização. Um dos maiores exemplos dessa mudança de pensamento do mundo de eventos é a preocupação com a destinação final de resíduos sólidos gerados em eventos. Alinhado com ações de reciclagem, reutilização e até logística reversa, entender o ciclo de vida de resíduos gerados em grandes quantidades ajuda a mitigar os impactos ambientais.

Com isso em mente, este projeto visa avaliar a viabilidade técnica para a destinação ambiental adequada para as embalagens de vidro descartados especificamente no evento Na Praia 2019, com refinamento para embalagens de vidro exclusivas de bebidas a partir do estudo do ciclo de vida e do fluxo do material.

Conclui-se que, em uma análise global, seja ela em relação ao mundo, Brasil ou Distrito Federal, as externalidades negativas geradas pelos resíduos gerados pelas embalagens de vidro da marca Corona no Na Praia 2019 tem um valor baixo se comparado ao todo. Mesmo o evento sendo uma plataforma que reúne grande quantidade de pessoas (mais de 323 mil pessoas durante todo o projeto), um espaço amostral bom, teve resultados de geração de CO<sub>2</sub> abaixo do esperado. A maior externalidade negativa se dá pelo transporte entre o pátio da Green Ambiental até a fábrica de reciclagem de vidro da Owen Illinois.

Palavras Chaves: Reciclagem, Ciclo de Vida, Vidro, Resíduos Urbanos

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO DA PESQUISA</b>	<b>2</b>
2.1.1. OBJETIVO GERAL	2
2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
<b>3. RESÍDUOS URBANOS</b>	<b>3</b>
3.1. CLASSIFICAÇÃO	3
3.2. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	5
3.4. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL	6
3.5. LEI DISTRITAL 5.610/16	8
8	
3.6. EVENTOS	9
3.7. NORMA ISO 20121	11
3.8. VIDRO	13
<b>3.9. AVALIAÇÃO DO CENÁRIO ATUAL DO TRANSPORTE E ATERRAMENTO NO ABS</b>	<b>14</b>
3.10. RECICLAGEM	17
<b>4. ANÁLISE DO CICLO DE VIDA</b>	<b>20</b>
4.1.1. Definição dos objetivo e escopo	21
4.1.2. Análise de Inventário	21
4.1.3. Avaliação do Impacto de ciclo de vida	22
4.1.4. Interpretação do Resultado	22
<b>5. METODOLOGIA</b>	<b>23</b>
5.1. ESCOLHA DO MATERIAL	<b>23</b>
5.2. DEFINIÇÃO DO CENÁRIO DA PESQUISA	23
5.3. DETERMINAÇÃO DOS FLUXOS DO RESÍDUO	24
5.4. DEFINIÇÃO DE OBJETIVO E ESCOPO	25
5.5. FRONTEIRAS DO SISTEMA	25
5.6. ANÁLISE DO INVENTÁRIO	26
5.7. LEVANTAMENTO DOS DADOS	26
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>28</b>
6.1. ESTUDO DE CASO: NA PRAIA 2019	28
6.2. FLUXOGRAMA	33
6.3. ANÁLISE DO CICLO DE VIDA	39
6.4. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	44

<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>47</b>
7.1	SUGESTÕES PARA OS PRÓXIMOS TRABALHOS	48
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>49</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Destinação final de RSU no Brasil em 2017 (Fonte: ABRELPE, 2017) .....	7
Figura 2 - 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.....	11
Figura 3 - Modelo de Gestão de Eventos Sustentáveis para Padrões Internacionais (Fonte: ISO,2012) .....	12
Figura 4 - Índice de Reciclagem do Vidro Sobre a Produção Total (Fonte: SEMA, 2006) ....	14
Figura 5 - Reciclagem do vidro - Ciclo Infinito (Pesquisa virtual: CEMPRE, 2015) .....	17
Figura 6 - Tratamento do caco de Vidro (SEMA, 2006.) .....	18
Figura 7 - Composição do Vidro com Caco (ABIVIDRO, 2006.) .....	19
Figura 8 - Estrutura da Análise do Ciclo de Vida do resíduo (Fonte: Adaptado de ISO (2006a)) .....	20
Figura 9 - Esquema de AICV (Fonte: ISO 14040:2009) .....	22
Figura 10 - Painel indicativo para cooperativa com todos os itens gerados no evento, assim como documentações legais (Fonte: Relatório Lixo Zero - Neutralize) .....	29
Figura 11 - Participação de cada material no volume total coletado, 2017 e 2018 (Fonte: ANCAT) .....	32
Figura 12 - Volume total coletado por material pelas cooperativas e associação acompanhadas pela ANCAT, 2017 e 2018 ( Fonte: ANCAT).....	33
Figura 13 - Localização aproximada do local que ocorreu o evento "Na Praia 2019"(Fonte: Google Maps) .....	34
Figura 14 - Localização ampla do local que ocorreu o evento "Na Praia 2019", em Brasília DF (Fonte: Google Maps).....	34
Figura 15 - Área de Triagem.....	35
Figura 16 - Cooperados realizando a triagem .....	35
Figura 17 - Caminhões Roll On Green Ambiental .....	36
Figura 18 - Trajeto evento Na Praia para o pátio da empresa Green Ambiental (Fonte: Google Maps).....	37
Figura 19 - Localização Fábrica Owen Illinois (Fonte: Google Maps) .....	38
Figura 20 - Localização Fábrica Owen Illinois, visão ampla (Fonte: Google Maps).....	38
Figura 21 - Trajeto pátio da empresa Green Ambiental para fábrica da Owen Illinois.....	38

Figura 22 - Fluxograma das embalagens de vidro da marca Corona no evento "Na Praia 2019".....	39
Figura 23 - Sistema de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima (Fonte: Revista Galileu).....	44
Figura 24 - - Emissões de Gases de Efeito estufa per capita por ano (Fonte: Revista Galileu) .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos resíduos quanto aos riscos potenciais. Fonte: IBAM, 2001.....	4
Tabela 2 - Unidade a serem adotadas .....	25
Tabela 3 - Valores da coleta total de vidro no evento Na Praia 2019.....	30
Tabela 4 - Valores da coleta de embalagens de vidro Corona Extra 330 ml e Coronita 210 ml no evento Na Praia 2019.....	30
Tabela 5 - Distribuição percentual pelo tipo de material na coleta convencional (Fonte: Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos) .....	31
Tabela 6 - Valores de análise .....	40
Tabela 7 - Valores de análise dos caminhões de transporte.....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AICV	Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida
CO <sup>2</sup>	Gás Carbônico
EPA	Environmental Protection Agency
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
ISO	International Organization for Standardization
NBA	National Basketball Association
NBR	Normas Brasileiras
NFL	National Football League
PNRS	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
SLU	Sistema de Limpeza Urbana
TLP	Taxa de Limpeza Pública

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 3.1 .....	34
Equação 3.2 .....	34
Equação 4.1 .....	49
Equação 4.2 .....	49
Equação 4.3 .....	49
Equação 4.4 .....	49
Equação 4.5 .....	49
Equação 4.6 .....	49
Equação 4.7 .....	49
Equação 4.8 .....	50

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da consciência coletiva da população em relação ao meio ambiente, tanto brasileira como mundial, resulta em um impacto positivo em todas as esferas de sociedade e todos os tipos de mercado. Alterações no meio, resultantes de atividades antrópicas são focos de análise e conseqüentemente de estudos para que haja mitigação desses impactos.

Um dos mercados atento a essas mudanças, que começa a se mover em direção de um desenvolvimento mais sustentável, é o mercado de eventos. Inicialmente um mercado informal, vem se profissionalizando cada vez mais e demonstra números positivos. O setor de eventos gera novos negócios, de acordo com a última pesquisa da Associação Brasileira de Empresas e Eventos, o setor emprega direta e indiretamente cerca de 25 milhões de pessoas.

Com o crescimento do setor, economicamente, há um início de necessidade de um crescimento da consciência sustentável em eventos. Essa sustentabilidade não se limitando apenas a ações de mitigação de impacto ambiental, mas também uma consciência social e econômica. Começa a se entender os eventos como grandes plataformas de transformação.

Um exemplo local que pode ser analisado é o evento "Na Praia". Referência nacional quando o assunto é sustentabilidade e gerenciamento de resíduos com alguns prêmios conquistados durante os anos.

A preocupação acerca dos resíduos sólidos e compostáveis, junto ao crescimento da consciência coletiva em relação ao meio ambiente e questões econômicas e sociais, trazem à tona discussões importantes em todas as esferas.

Assim, o estudo do ciclo de vida dos resíduos é um instrumento de grande importância para ajudar a entender de que forma esses impactos podem ser mitigados ou como otimizar a utilização do produto, a partir da reutilização ou da reciclagem.

## **2. OBJETIVO DA PESQUISA**

### **2.1.1. OBJETIVO GERAL**

O projeto tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica para a destinação ambiental adequada para as embalagens de vidro provenientes do "canal frio" (bares, restaurantes e hotéis) descartados durante eventos no Distrito Federal, especificamente o evento Na Praia 2019, com refinamento para embalagens de vidro exclusivas de bebidas.

### **2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

O projeto tem como objetivos específicos:

- Apresentar o fluxo atual de destinação de resíduos produzidos em eventos no Distrito Federal, em particular para embalagens de vidro de bebidas, e avaliação do seu impacto;
- Verificação de atendimento de viabilidade técnica ambiental da destinação correta do resíduo de vidro utilizados como embalagens de bebidas, gerados em eventos no Distrito Federal, a partir da comparação entre as externalidades negativas provenientes desse processo com as externalidades geradas pela gestão de resíduos no Distrito Federal, Brasil e mundo.

### **3. RESÍDUOS URBANOS**

De acordo com a *Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 10004:2004)*, resíduos sólidos são definidos como "resíduos no estado sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível". Já a Política nacional de Resíduos Sólidos traz uma definição mais objetiva: "Resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos ou bens descartados, resultantes de atividades humanas em sociedade, nos estados sólido ou semissólido" (BRASIL, 2010).

Existem três tipos de resíduos sólidos descartados pela sociedade:

- Resíduos sólidos recicláveis: São aqueles que após passar por uma transformação física ou química ainda podem ser reutilizados, seja da forma original ou como matéria-prima para outros produtos para finalidades diversas. Exemplos: garrafas de vidro, tampas de plástico, envelopes, entre outros.
- Resíduos sólidos compostáveis: cascas e bagaços de frutas, verduras e legumes, restos de comida, borra de café, chá, folhas secas, flores, aparas de grama, mato, toalhas de papel molhadas e engorduradas;
- Rejeitos: materiais que não podem ser encaminhados para a coleta seletiva e nem para a compostagem. Papel higiênico, lenços de papel, absorventes, fraldas descartáveis, preservativos, cotonetes, entre outros.

#### **3.1. CLASSIFICAÇÃO**

##### **3.1.1. Quanto à origem**

Os resíduos sólidos urbanos são classificados quanto a sua origem e quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública.

- Residencial;
- Comercial;

- Público;
- Domiciliar especial (entulho, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, pneus);
- Proveniente de fontes especiais (industrial, radioativo, construção civil, etc...).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), a maior parcela de resíduos sólidos produzidos nas cidades é proveniente dos tipos residencial, comercial e público. Para fins desse projeto, é importante destrinchar um pouco mais o resíduo comercial.

A classificação do resíduo comercial é dividida em duas subcategorias pelo regulamento de limpeza urbana para facilitar uma melhor e mais eficiente gestão por parte do ente federativo, sendo eles: pequenos e grandes geradores. O objeto de estudo deste trabalho são os grandes geradores, que são os estabelecimentos que geram um volume de resíduos superior a 120 l/dia.

### 3.1.2. Riscos ao meio ambiente e à saúde pública

A classificação dos resíduos sólidos com relação aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública é feita pela ABNT NBR 10004:2004 e é explicitada na tabela a seguir:

Tabela 1 - Classificação dos resíduos quanto aos riscos potenciais. Fonte: IBAM, 2001

Classe I ou perigosos	Aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública por meio do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.
Classe II ou não-inertes	São os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações dos outros resíduos (Classes I e III).
Classe III ou inertes	Aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem n.º 8 (Anexo H da NBR 10004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor. (ABNT, 2004).

Os eventos aqui trabalhados são classificados como resíduos classe III ou inertes, comerciais.

### **3.2. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Com o crescimento contínuo de população das cidades, há um acréscimo na geração de resíduos sólidos, sendo a gestão desses resíduos um ponto que demanda atenção. De acordo com a PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), atualmente, as cidades geram cerca de 1,3 bilhões de toneladas de resíduos sólidos por ano e esse volume tem previsão de crescimento exponencial até 2025.

Em uma perspectiva financeira, de acordo com a ONU e o Banco Mundial os custos para gestão de resíduos podem atingir US\$ 375.5 bilhões por ano, nesse período.

Após recolhido, o resíduo pode ter diferentes destinações:

#### **3.2.1. Destinação de resíduos**

##### **a. Compostagem**

Importante ressaltar que a compostagem só é feita de forma correta quando há rigorosa triagem de resíduos, previamente ao processo, garantindo a não contaminação dos resíduos. É o processo biológico de decomposição da matéria orgânica de origem animal ou vegetal. O composto orgânico - resultado final do processo - pode ser aplicado no solo para melhorar as suas características.

##### **b. Incineração**

O processo de incineração passa pela queima do resíduo em fornos destinados a esse fim. Porém é um processo pouco utilizado, devido a atender apenas 46% dos resíduos sólidos, já que a outra parcela é composta por matéria orgânica, ou seja, lixo úmido, que é impróprio para incineração. Outra dificuldade é o alto custo envolvido e a necessidade de um grande aparato técnico para conter os gases tóxicos e poluentes oriundos da queima.

##### **c. Coleta Seletiva, triagem e reciclagem**

O processo é descrito como o recolhimento de resíduos sólidos recicláveis previamente separados de acordo com a sua composição, assim é possível que se evite a contaminação dos resíduos. Após a coleta, com os resíduos previamente separados, o material segue para uma

estação de triagem, onde há uma separação mais criteriosa. E assim, prossegue para a indústria de reciclagem, para posteriormente ser ingressado no ciclo produtivo.

A importância da coleta seletiva passa pela coleta dos resíduos gerados pela população dos aterros, aumentando assim sua vida útil, diminuindo a extração de matéria prima e gerando renda no setor da reciclagem, triagem e coleta seletiva.

#### **d. Disposição em aterros**

De acordo com a *ABNT NBR 8419:1992*, aterros sanitários são definidos como:

Uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se for necessário

Todo o rejeito tem como destinação correta os aterros sanitários, garantido pela Lei Federal 12.305 que garante que todos os municípios devem contar com aterros sanitários, dando fim aos lixões e aterros controlados.

### **3.4 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**

O gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil vem ganhando bastante atenção, mas ainda tem muito no que se desenvolver. De acordo com a ABRELPE, em 2017 8,8% dos resíduos sólidos urbanos produzidos diariamente sequer foram coletados. Isso demonstra que nesse mesmo ano, cerca de 6,9 milhões de toneladas tiveram uma destinação imprópria.

Na Figura 01 pode se entender um pouco melhor a destinação final da parcela de RSU coletada.

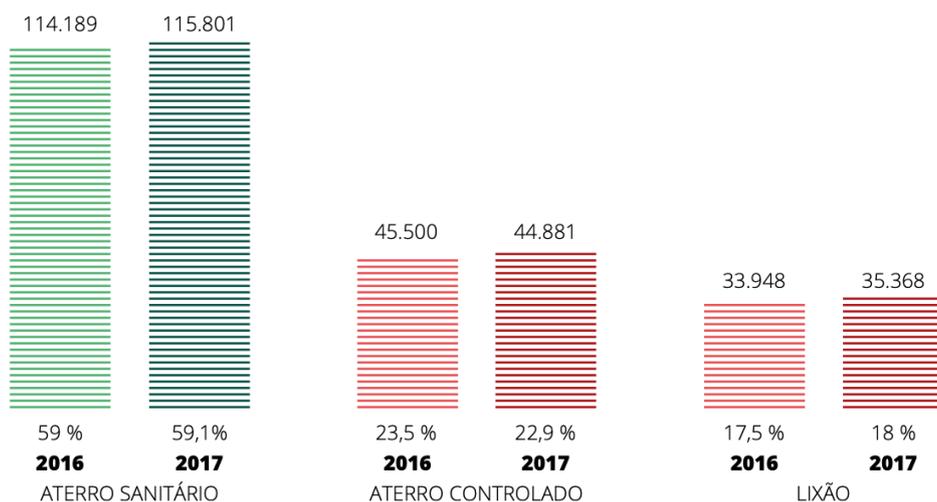


Figura 1 - Destinação final de RSU no Brasil em 2017 (Fonte: ABRELPE, 2017)

No dia 02 de Agosto de 2010, a Lei nº 12.305 promulgou a *Política Nacional de Resíduos Sólidos*, para ajudar a mitigar os impactos resultantes dos resíduos gerados. Importante salientar que o país passava por um período de ascensão financeira, conseqüentemente houve um aumento também na geração de resíduos urbanos.

Com um sistema de coleta bastante ineficiente, como mostrado anteriormente, e a presença de aterros sanitários bastante inexpressiva, a PNRS veio com grande força e demonstra grande importância no cenário atual. Um importante dado é a geração per capita em 2017 de 1,035 kg/hab/dia de acordo com a Abrelpe (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), valor acima se considerado toda a América Latina.

A PNRS tem pontos chaves para diminuição dos impactos causados pelo descarte excessivo presente em cidades brasileiras. Ações como a difusão e ampliação da coleta seletiva, educação ambiental da população, incentivo a logística reversa, a reciclagem e reutilização de produtos.

A política ao incentivar a prática de logística reversa estimula o estudo de todas as etapas de vida do produto, desde o processo de extração da matéria prima, até a deposição final do mesmo. Assim fomentando uma gestão compartilhada, retirando a responsabilidade apenas do poder público e a dividindo com poder privado e sociedade.

### **3.5 LEI DISTRITAL 5.610/16**

Resultante da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em 16/02/2016 promulgou-se a lei distrital 5.610/16. A mesma dispõe sobre a responsabilidade dos grandes geradores de resíduos sólidos e das outras providências.

De acordo com o SLU "*São grandes geradores os estabelecimentos não residenciais que geram quantidade de resíduos sólidos indiferenciados superiores a 120 litros diários, ou seja, mais de um saco de 100 litros por dia.*". Resíduos sólidos indiferenciados são também conhecidos como rejeitos, ou seja, resíduos que não disponibilizados para triagem com vistas à reciclagem ou para compostagem.

Com a lei 5.610/16 o Distrito Federal deixa de prestar o serviço voltado ao serviço privado, como previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos e no regulamento do SLU, assim fica a cargo do Grande Gerador a responsabilidade sobre o resíduo gerado. A coleta e transporte de resíduos não recicláveis e orgânicos pode ser feita por meios próprios ou por empresas terceirizadas autorizados pelo SLU. O SLU mantém a coleta e destinação de lixo recicláveis secos para os grandes geradores, cujo o custo está incluído na Taxa de Limpeza Pública (TLP).

Assim, os resíduos devem ser separados e identificados em três categorias: recicláveis secos, não recicláveis e orgânicos. Os resíduos recicláveis secos podem ser depositados em sacos azuis ou verdes e descartados em contêiner verde, para o SLU fazer a coleta. Já os resíduos não recicláveis devem se manter dentro do estabelecimento em sacolas cinzas, até a coleta pela empresa contratada. Por último os resíduos orgânicos são também guardados dentro do estabelecimento até o serviço contratado fazer a coleta. São armazenados em sacos pretos.

#### **3.5.1 LEI DISTRITAL 5.610/16 APLICADA À EVENTOS**

Os eventos de médio e grande porte também devem seguir as regras estipuladas pela Lei 5.610/16. Os mesmos devem elaborar um plano de gerenciamento dos resíduos produzidos no evento. É importante ressaltar que todo evento deve estar cadastrado junto ao SLU após a apresentação do PGRS.

A limpeza do local e o manejo de todo o lixo produzido poderão ser feitos por meios próprios ou por contrato com o SLU ou com prestadores de serviço cadastrados na autarquia.

*Art. 11. As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pela promoção de eventos de qualquer natureza em vias, logradouros ou espaços públicos que gerem resíduos sólidos devem:*

*I - assegurar a limpeza urbana da área de realização do evento;*

*II - promover o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos gerados e arcar com os ônus dele decorrentes;*

*III - promover a segregação na origem dos resíduos sólidos similares aos resíduos domiciliares nos termos das normas legais, regulamentares e contratuais;*

*IV - encaminhar para a triagem com vista à reciclagem os resíduos passíveis de reciclagem;*

*V - encaminhar para a disposição final em aterro sanitário os resíduos não passíveis de reciclagem.*

*Parágrafo único. A prestação de serviços pelo SLU ao promotor de eventos se dá mediante contrato e é remunerada mediante o prévio pagamento de preços públicos a serem definidos em normas de regulação editadas pela ADASA.*

### **3.6 EVENTOS**

De acordo com PEREIRA (2005), eventos podem ser utilizados como um recurso estratégico de comunicação, por ser uma plataforma para disseminação de uma mensagem e assim agregar uma ideia a um grande montante de pessoas. Já FERRACCIÙ (1997) traz a ideia que a força de um evento está no envolvimento coletivo que o mesmo permite em torno de algo. Para CANTON (2000) o principal objetivo de organizadores de eventos é gerar o encantamento do público, para que assim os mesmos divulguem seus serviços a outras pessoas e voltem aos próximos eventos, "Clientes não compram produtos, mas expectativas".

Assim, como os autores abordaram, eventos hoje são considerados como grandes plataformas de transformação. Um espaço no qual o público está em contato com um artista do qual ele tem grande admiração e o mesmo transmite ideias de sustentabilidade, por exemplo, pode ser de grande impacto para aquela pessoa. Ou apenas observar como uma pequena doação de cada um, ao englobar todo o evento, pode ser tornar uma ajuda realmente impactante para

uma região inteira. De acordo com *MARTINI (2015)*, eventos de grande porte são aqueles para mais de 5.000 pessoas.

Eventos são como termômetros da sociedade, seja ambientalmente, socialmente ou economicamente. A consciência social adquirida pela sociedade, também tramita pelos eventos. Assim, os mesmos também buscam crescer em aspectos de sustentabilidade, ganhando notoriedade cada vez maior aqueles que o fazem. Tanta notoriedade de outros produtores de eventos, quanto do próprio público, fazendo parte também da questão do encantamento dos mesmos.

### **3.6.1 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM GRANDES EVENTOS**

A preocupação e atenção a questões de sustentabilidade ficam cada vez mais evidenciadas no dia a dia da sociedade. Isso resulta em impactos, positivos no caso, em todas as áreas e a área de lazer/eventos não fica de fora. É importante ressaltar que a sustentabilidade em eventos não se limita apenas a questões ambientais, como muitos acreditam. Ela tramita também por áreas econômicas e sociais.

A partir da Lei dos Grandes Geradores essa preocupação com a destinação correta dos resíduos gerados cresceu e em alguns casos até ultrapassou positivamente os próprios parâmetros da lei. Um importante caso de sucesso são os eventos produzidos pela produtora R2 Produções, que cada vez mais vem se tornando referência na parte de sustentabilidade em eventos.

A empresa produtora vem desde 2017 com ações de sustentabilidade intrínsecas aos projetos Na Praia, Carnaval no Parque e Surreal. Carnaval No Parque foi o primeiro carnaval considerado Lixo Zero do país e o evento Surreal a primeira festa prêmio que conseguiu atingir a meta Lixo Zero de mais de 90% de resíduos sólidos desviados do aterro. Porém o projeto que ganha mais destaque é o Na Praia, desde 2017 com ações de sustentabilidades, como primeiro evento de grande porte lixo zero na América Latina. E, de acordo com a própria produtora e o Instituto Lixo Zero, em 2018 atingiu o recorde mundial Lixo Zero, ficando à frente de eventos como NBA e NFL.

### 3.6.2 17 OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ONU

O desenvolvimento sustentável é aquele que consegue atender as necessidades das geração atual sem comprometer a existência das gerações futuras. Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) propôs para os países membros a Agenda 2030, um plano global composto por 17 objetivos do desenvolvimento sustentável (Figura 2) e 169 metas para que os países atinjam o desenvolvimento sustentável até 2030.



Figura 2 - 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

### 3.7 NORMA ISO 20121

Eventos têm um papel social a desempenhar e são uma ótima ferramenta para sensibilizar o público acerca de alguma questão, no caso a sustentabilidade e tudo que ela envolve. Empresas que compreendem esse papel social podem adotar a norma internacional ISO 20121 que estabelece os requisitos para sistemas de gestão de sustentabilidade de evento e se aplica a qualquer tipo de evento ou atividade correlata. Oferece um guia e melhores práticas para ajudar a organização do evento e melhor controle do impacto social, ambiental e econômico do mesmo, como mostrado na Figura 3.

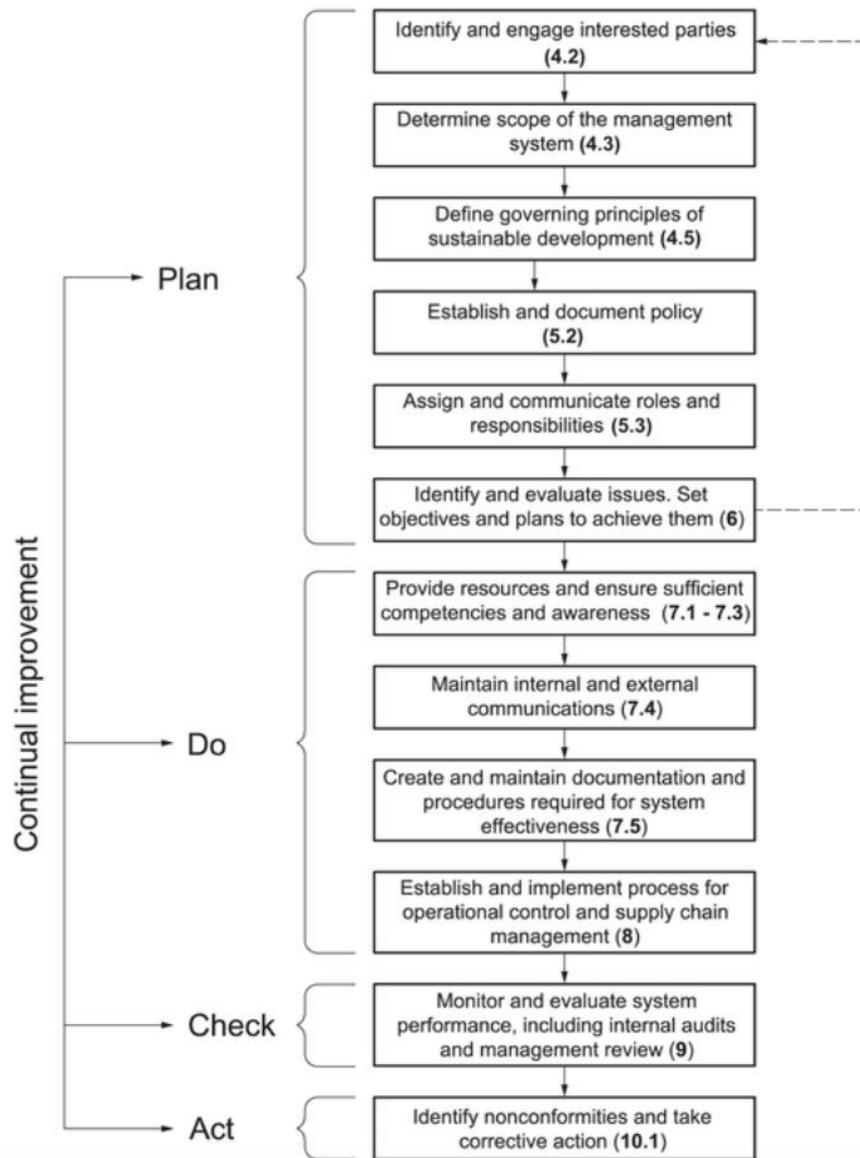


Figura 3 - Modelo de Gestão de Eventos Sustentáveis para Padrões Internacionais (Fonte: ISO,2012)

A Figura 02 traz todo o processo do modelo de gestão de um evento sustentável de acordo com padrões internacionais. A ABNT ISO 20121:2012 é aplicada a todos os integrantes da cadeia de fornecimento da indústria de eventos, vai desde os organizadores até os fornecedores e colaboradores do evento.

### 3.8 VIDRO

O vidro é "um material inorgânico formado pelo processo de fusão, que foi resfriado a uma condição rígida, sem cristalizar", de acordo com a *American Society for Testing and Materials (ASTM)*. Em uma definição breve trata-se de um material sólido, cujos átomos se ligam sem estrutura definida, ao acaso e sem repetição, sem propriedades vetoriais como ocorre nos sólidos cristalinos. Quando se funde, torna-se um líquido viscoso e quando resfriado, se solidifica sem cristalizar (*MAIA, 2013*).

O vidro apresenta uma altíssima taxa de reaproveitamento na reciclagem. Sendo assim, é uma responsabilidade social a separação correta do mesmo. Há tipos de vidros que podem ser reutilizados, reciclados ou retornados (*CEMPRE, 2002*). A classificação do CEMPRE se divide da seguinte forma:

**a. Embalagens retornáveis e recicláveis:**

- Garrafas em vidro âmbar de 600 ml e 300 ml para cervejas;
- Garrafas em vidro branco e garrafões de venho em vidro verde de 1L e 30 ml para refrigerantes;
- Garrafas em vidro verde de 1L e 300 ml.

**b. Embalagens recicláveis:**

- Garrafas descartáveis *one way*, em vidro branco, âmbar ou verde para cervejas e refrigerantes;
- Garrafas para sucos ou água mineral;
- Frascos e potes para produtos alimentícios;
- Garrafas em vidro verde e branco para bebidas alcoólicas, como vinhos, whisky, conhaque, vodka, entre outros;
- Frascos para cosméticos e medicamentos.

**c. Produtos de vidro não reciclável:**

- Espelhos;
- Vidros planos, como vidro de janelas e Box de banheiro;
- Vidros e automóveis;
- Vidro "cristal";
- Vidros especiais, como lâmpadas, tubos de televisão e válvulas;

- Ampolas de medicamentos;
- Fôrmas e travessas de vidro temperado, assim como qualquer utensílio doméstico de vidro temperado.

No Brasil, 41% das embalagens de vidro são recicladas, somando 390 mil ton/ano. Sendo 40% da indústria de envase, 40% do mercado difuso, 10% do "canal frio" (objeto de estudo desse projeto) e 10% do refugo da indústria. Na Figura 03 podemos entender a relação entre a reciclagem do vidro e a sua produção total.

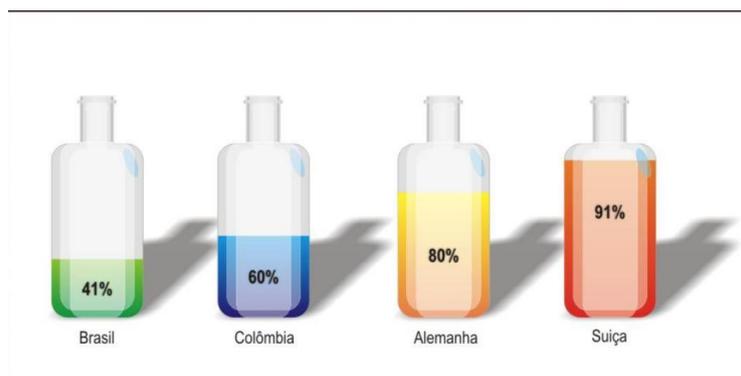


Figura 4 - Índice de Reciclagem do Vidro Sobre a Produção Total (Fonte: SEMA, 2006)

De acordo com a *WWF*, a cada uma tonelada de vidro reciclado evita a extração de 1,3 tonelada de areia, economiza 22% no consumo de barrilha (material importado) e 50% no consumo de água.

### **3.9 AVALIAÇÃO DO CENÁRIO ATUAL DO TRANSPORTE E ATERRAMENTO NO ABS**

#### **3.9.1 TRANSPORTE**

O transporte dos resíduos ocorre entre o local de término da coleta até as estações de transbordo, unidades de tratamento e/ou destinação final. Segundo Barros (2012), o transporte de RS pode ser considerado como o deslocamento dos veículos de coleta da sua garagem até o ponto de início da coleta e entre os pontos de disposição final e/ou tratamento e a garagem.

O tipo de veículo para o transporte de RSU é escolhido através das variáveis técnicas-econômicas e sanitárias, mão -de-obra e manutenção dos veículos. Em geral, para esta etapa do gerenciamento são utilizados caminhões movidos à diesel, que são responsáveis por severas

emissões de gases de efeito estufa (GEE) pelos seus escapamentos, proporcionais à rota de cada caminhão (APAYDIN e GONULLU, 2008; BARROS, 2012).

O deslocamento até a destinação final pode ser longo, por isso recomenda-se a construção de estações de transbordo ou transferência para reduzir os custos unitários de transporte. Com a utilização de estações de transbordo, os veículos convencionais de coleta são responsáveis somente pela coleta dos RSU, sendo que o transporte ao local de destinação final cabe à veículos de maior porte, como carretas, vagões de transporte ferroviário e barcas (BARROS, 2012).

Estudos apontam que para otimizar os serviços de coleta e transporte de RSU, a distância entre o centro de massa da região de coleta e o local de destino, deve ser de até 10 km, mas no DF essa distância pode ser superior a 25 km, necessitando de estações de transferência de RS (BILLA e PRADHAN, 2013; KOMILIS, 2008).

Silva (2018) fez um recorte do atual cenário de gerenciamento dos RSU do DF com enfoque no gerenciamento dos RSD compreendendo o transporte dos resíduos provenientes da coleta 34 convencionais de RSD em cada RA até sua atual destinação (UTMB, unidades de transbordo ou aterro sanitário), bem como os processos relativos ao tratamento, à triagem, à transferência e ao aterramento realizados em cada unidade.

Ele também estimou o consumo de combustível no transporte dos RSD da coleta convencional do DF, considerando que o transporte é dividido em três etapas:

1. o transporte desde o fim dos circuitos de coleta – que tem como ponto de início o centro de massa da RA – até a unidade de transbordo ou tratamento;
2. da unidade de destino até o aterro sanitário; e,
3. o transporte dos subprodutos gerados nas unidades de gerenciamento, tais como CDR e composto cru3, até a unidade de processamento destes subprodutos, caso haja. Essa segregação do transporte dos resíduos foi feita devido às diferenças nas características dos caminhões utilizados em cada trecho, que implicam em fatores de consumo de combustível diferentes (MERRILD; LARSEN; CHRISTENSEN, 2012).

O consumo de combustível é função da distância percorrida pelo caminhão e da massa de resíduos e/ou rejeitos transportada. Por isso, estimou-se o consumo energético na forma de diesel no transporte de RSD foi estimada conforme a Equação X.

$$C_{transporte} = (1 + \alpha) * \left( f_1 * \sum_{trecho\ 1} P_i * D_{ij} + f_2 * \left( \sum_{trecho\ 2} P_j * D_j + \sum_{trecho\ 3} S_j * D_k \right) \right)$$

Sendo:

$C_{transporte}$  é o consumo total de diesel no transporte (L/ano);

$\alpha$  é o fator de proporcionalidade do consumo de combustível no trajeto de volta, com o caminhão vazio, considerado igual a 0,5;

$f_1$  é o fator de consumo de combustível do caminhão compactador (l/t.km);

$f_2$  é o fator de consumo de combustível da carreta de grande porte (l/t.km);

$P_i$  é o total de RSD coletados na  $i$ -ésima RA (t/ano);

$D_{ij}$  é a distância entre a RA  $i$  e a unidade de destino  $j$  (km);

$P_j$  é a soma das saídas de RSD e rejeitos transportados para o ASB a partir da  $j$ -ésima unidade de gerenciamento (t/ano);

$D_j$  é a distância entre a  $j$ -ésima unidade gerenciamento até o aterro sanitário (km)

$S_j$  é a quantidade de subprodutos produzidos na  $j$ -ésima unidade de gerenciamento (t/ano);

$D_k$  é a distância entre a  $j$ -ésima unidade de gerenciamento, onde há produção do subproduto, e o local de destinação do subproduto (km).

### 3.9.2 ATERRAMENTO

Os métodos atuais de aterramento têm efeitos negativos em termos ambientais, econômicos e sociais e as emissões de GEE relacionadas ao gerenciamento dos RSU têm sido alvo de preocupações ambientais, em se tratando de aquecimento global e mudanças climáticas. Os resultados apontaram que é possível aumentar a vida útil do aterro sanitário em até quatro anos, desviando rejeitos do aterramento por meio da produção de CDR.

Os métodos atuais de aterramento têm efeitos negativos em termos ambientais, econômicos e sociais e as emissões de gases de efeito estufa (GEE) relacionadas ao gerenciamento dos RSU têm sido alvo de preocupações ambientais, em se tratando de aquecimento global e mudanças climáticas (MENIKPURA et al., 2012).

A recuperação energética e o tratamento de RSU apresentam maior eficiência em termos energéticos e ambientais que atuais sistemas de gerenciamento baseados apenas no aterramento (CIMPAN e WENZEL, 2013).

### 3.10 RECICLAGEM

De acordo com o MMA, a reciclagem é um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo. É uma das alternativas de tratamento de resíduos sólidos mais vantajosa, tanto do ponto de vista ambiental quanto do social: ela reduz o consumo de recursos naturais, poupa energia e água, diminui o volume de lixo e dá emprego a milhares de pessoas.

A reciclagem funciona de acordo com o material envolvido, em sua grande maioria ela não pode ser feita indefinidamente. Como é o caso do papel, que a cada vez reciclado perde qualidade com o encurtamento das fibras de celulose. Já em casos como o do vidro, há a possibilidade de reciclagem indefinidamente, já que o mesmo não perde suas propriedades físicas no processo.

#### 3.10.1 Reciclagem do Vidro

A reciclagem de vidro no Brasil é feita, em nível industrial, por empresas especializadas. De acordo com o *ABIVIDRO, 2015*, a reciclagem de vidro subiu de 15% em 1991 para 49% em 2015. Esse percentual tem aumentado nos últimos anos pelas práticas de coleta seletiva e pela ação de empresas que tem adotado uma forma eficiente de possibilitar a circulação do material no sistema produtivo, retardando seu retorno ao meio ambiente, numa perspectiva de logística reversa (OLIVEIRA NETO et al., 2014). O ciclo do vidro é infinito (Figura 04).



Figura 5 - Reciclagem do vidro - Ciclo Infinito (Pesquisa virtual: CEMPRE, 2015)

O vidro é um material de fácil reinserção na cadeia, além de ter um processo de reciclagem otimizado (Figura 4), seus materiais finais podem ser reutilizados para as mais diversas atribuições. Muitas famílias se utilizam dos potes, garrafas e outros objetos produzidos por vidro como jarros de plantas, por exemplo.

As vantagens da reciclagem de vidro são:

- Redução do consumo de matérias-primas retiradas da natureza como areia, barrilha, calcário, etc.;
- A adição do caco à mistura provoca a redução do tempo de fusão na fabricação do vidro, economizando significativamente no consumo energético de produção (30% da energia elétrica);
- Proporciona a redução de custos de limpeza urbana com a diminuição do volume do lixo em aterros sanitários;
- Reaproveitamento 100% do caco.

A Figura 05 traz o esquema de tratamento a partir do descarte do vidro coletado até a baía de estocagem do caco de vidro. Após essa estocagem o caco de vidro é reinserido na cadeia produtiva com 50% de participação da produção do novo vidro, se juntando com a areia, barrilha, calcário e alumina. (Figura 06)



Figura 6 - Tratamento do caco de Vidro (SEMA, 2006.)

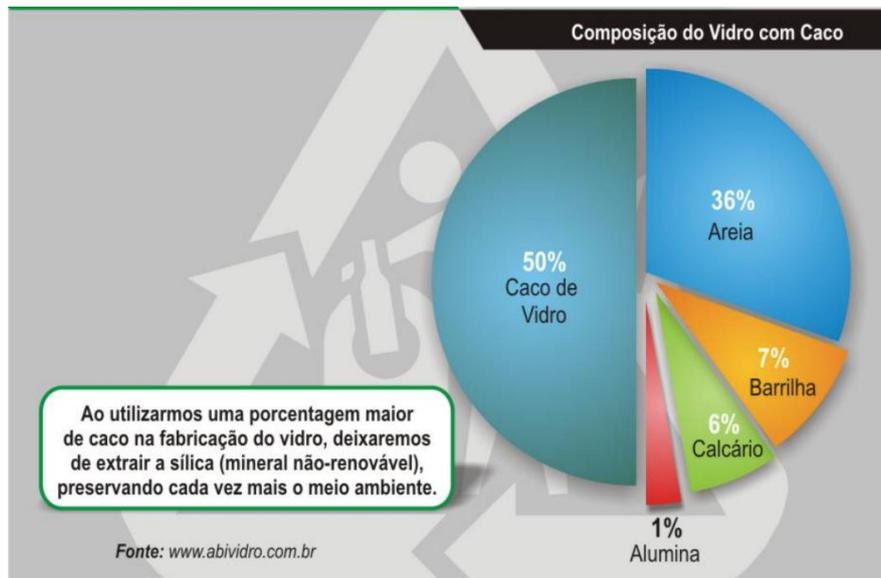


Figura 7 - Composição do Vidro com Caco (ABIVIDRO, 2006.)

#### 4 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

A análise do ciclo de vida do material foi escolhida como ferramenta por facilitar a identificação de onde estão os impactos negativos mais relevantes no ciclo de vida de um produto, possibilitando buscar alternativas para que esse impacto seja mitigado.

A importância de entender o ciclo de vida dos materiais se dá em diversas frentes. Ao conhecermos o produto desde a fase de extração do solo ou subsolo até a obtenção do produto final e assim entendendo, caso a caso, se há necessidade de descarte ou há possibilidade de reaproveitamento. Consegue-se diminuir os impactos ambientais gerados pelos resíduos, diminuir os custos de algumas operações e até aumentar o rendimento de outras.

Em relação ao gerenciamento de RSU, a análise do ciclo de vida é feita a partir da comparação de diferentes cenários operacionais, em busca da melhor solução, no que tange ao impacto daquela ação no meio ambiente, na sociedade e na economia. A aplicação da ACV (Análise do Ciclo de Vida) deve ser seguida as etapas apresentadas na figura abaixo (Figura 07):

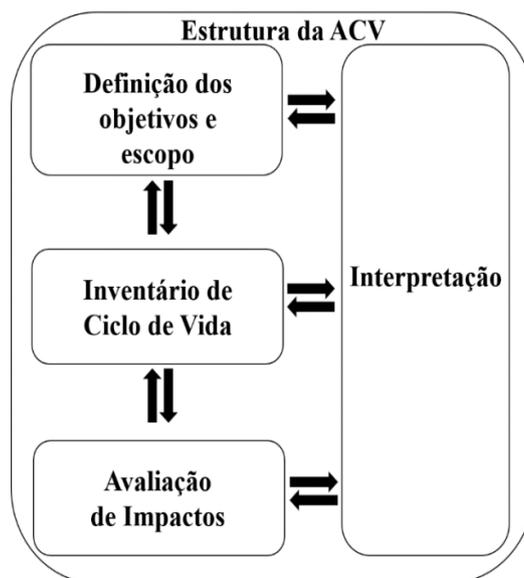


Figura 8 - Estrutura da Análise do Ciclo de Vida do resíduo (Fonte: Adaptado de ISO (2006a))

#### **4.1.1 Definição dos objetivo e escopo**

Os itens considerados, e descritos na parte em questão, de acordo com a norma ABNT NBR ISO 14040:2009, devem ser:

- a. Unidade funcional: corresponde a forma de medida utilizada para mensurar a performance de um determinado sistema, para fins de comparação.
- b. Requisitos de dados:
- c. Procedimentos de alocação;
- d. Limitações: responsável por delimitar os processos elementares a serem incluídos no sistema para seu estudo. Os processos elementares que devem ser levados em consideração são:
  - Aquisição de matérias primas;
  - Distribuição/transporte;
  - Entradas e saídas na cadeia principal da manufatura/processamento;
  - Uso e manutenção de produtos;
  - Produção e combustíveis, energia e calor;
  - Manufatura de materiais auxiliares;
  - Disposição final de resíduos;
  - Operações adicionais, como iluminação e aquecimento
- e. Tipo e formato do relatório;
- f. Características de impacto selecionadas e metodologias para avaliação dos impactos bem como a sua interpretação de impactos

#### **4.1.2 Análise de Inventário**

A análise do inventário é o entendimento do processo produtivo do material, com um catálogo quantitativo de demandas de energia e outras variáveis do ciclo de vida do material, como demanda de água, resíduos gerados na sua produção.

As entradas e saída são definidas por Ling - Chin et al. (2016), como:

- a. Entradas: Consumo de energia (kW), matéria prima, materiais auxiliares, entradas de dados a respeito de informações físicas do produto;
- b. Saídas: Emissão de poluentes para o ar (kg), emissão de efluentes líquidos (l), produção de resíduos sólidos (kg), produtos, aspectos do meio ambiente

### 4.1.3 Avaliação do Impacto de ciclo de vida

Para dar prosseguimento ao estudo do ciclo de vida é necessária a análise dos dados coletados e de seus impactos na cadeia de produção (Figura 8).

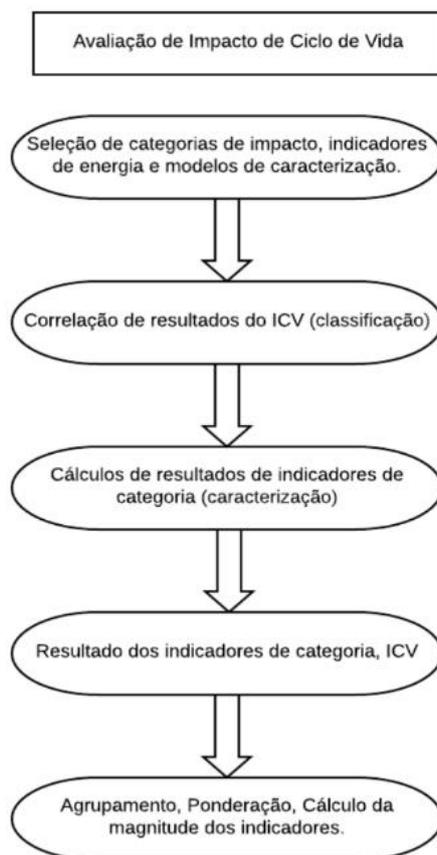


Figura 9 - Esquema de AICV (Fonte: ISO 14040:2009)

### 4.1.4 Interpretação do Resultado

Os resultados da interpretação podem assumir a forma de conclusões e recomendações para os tomadores de decisão, consistentes com os objetivos e o escopo do estudo (GUINÉE et al., 2002).

Sendo a análise do ciclo de vida a metodologia escolhida, será possível entender e avaliar qual é a maior externalidade negativa do processo desde a sua produção até a destinação final do material. Para posteriormente criar estratégias de mitigação ou até cancelamento desta externalidade.

## **5 METODOLOGIA**

A metodologia aplicada neste projeto diz respeito a um estudo de caso com enfoque na avaliação da destinação do resíduo vidro utilizado como embalagens de bebidas consumidas em eventos que ocorrem no Distrito Federal, para analisar a viabilidade técnica de destinação ambientalmente do fluxo atual encontrado e de um possível cenário que favoreça o processo de destinação adequada desse resíduo.

No cenário de estudo, entende-se eventos como acontecimentos de considerável espaço amostral em relação ao tempo, com uma grande concentração de pessoas e alto descarte de resíduos e o vidro como um material bastante visado para reciclagem, devido às suas propriedades. Definiu-se como espaço ideal para essa etapa da análise do ciclo de vida do resíduo, tendo como enfoque as fases de consumo, descarte e destinação, de 100% da amostra, para a etapa de reciclagem.

### **5.1 ESCOLHA DO MATERIAL**

O material escolhido para a realização da análise da viabilidade técnica para destinação ambiental adequada foi o vidro, devido ao volume de produção, processo de reciclagem e aproveitamento. Foi realizado dois refinamentos na escolha do material devido a grande variabilidade de tipos de vidros, chegando a escolha do vidro utilizado como embalagens provenientes do "canal frio" (bares, restaurantes e hotéis). E um refinamento no sentido do evento para as embalagens de cerveja do tipo *long necks*, por ser um dos resíduos gerados nos eventos.

### **5.2 DEFINIÇÃO DO CENÁRIO DA PESQUISA**

Para o desenvolvimento da pesquisa foi necessário buscar um local de descarte de grandes volumes de embalagens de vidro provenientes do "canal frio", que inclui bares, restaurantes ou hotéis. Dessa forma, foi definido que o local seria um evento, pois concentra consumo significativo e descarte de embalagens de vidro, que atendesse às seguintes exigências:

- Evento local (Distrito Federal e Entorno);

- Porte: Grande (+500 participantes) ou Mega (+5.000 participantes) (Fonte: Britto & Fontes, 2006).
- Comercialização de bebidas em embalagens de vidro;
- Realização de coleta seletiva dos resíduos;
- Separação das embalagens de vidro, proveniente do "canal frio";
- Abertura para obtenção de informações e coleta de dados;
- Ocorrendo no período de desenvolvimento do projeto final (ano de 2019 e/ou 2020).

O evento selecionado para o estudo foi o "Na Praia 2019". A busca por esse evento se deu por ser o maior evento que ocorreu no período de desenvolvimento dessa pesquisa. Segue as principais informações:

- Local: Distrito Federal;
- Tempo de duração: aproximadamente 3 meses, com 11 semanas de duração (grande espaço amostral)
- Porte: Mega Evento (7.347 pessoas em média por dia);
- O resíduo é gerado em grande escala.

Destaca-se que o evento é considerado referência nacional no ramo de sustentabilidade em eventos, com reconhecimento internacional como evento Lixo Zero. Foram utilizados as 17 ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável) da ONU para o desenvolvimento das ações de sustentabilidade do evento "Na Praia 2019", sendo a ODS 12 voltada ao consumo e produção consciente o tema referente a gestão de resíduos sólidos. Outro ponto importante é que as embalagens de cerveja do tipo *long necks* desse evento são provenientes de uma só marca/fabricante, que facilita a avaliação da origem do material objeto de estudo.

### **5.3 DETERMINAÇÃO DOS FLUXOS DO RESÍDUO**

Para o desenvolvimento deste estudo foram necessários dados intrínsecos do processo, para isso, iniciou-se um contato com as empresas responsáveis por cada processo.

- *Neutralize*: responsável por todo o gerenciamento de resíduos sólidos, compostáveis e rejeitos do Na Praia

- *Green Ambiental*: responsável pela destinação final das embalagens de vidro geradas no evento.
- *Owen Illinois*: responsável pela reciclagem do vidro.

## 5.4 DEFINIÇÃO DE OBJETIVO E ESCOPO

O objetivo é estudar a viabilidade técnica para a destinação ambiental adequada para embalagens de vidro provenientes do "canal frio" descartados durante eventos de grande porte. Como público alvo foram escolhidas empresas do ramo de produção de eventos.

### 5.4.1 Unidade Funcional

Para mensurar o sistema com o intuito de comparações e quantificação, define-se a unidade funcional. Assim, são definidas as unidades a partir da tabela abaixo:

Tabela 2 - Unidade a serem adotadas

Elementos	Unidades
Resíduos	Ton./m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub>	Kg.CO <sub>2</sub> /habitante

Usaremos como peso de referência da garrafa de vidro de long neck 330ml 190g, ou seja, são necessárias aproximadamente 5.265,16 garrafas de vidro para termos uma tonelada de vidro.

Foram definidas duas unidades funcionais por se entender que essas devem ser os resultados finais das externalidades negativas analisadas neste projeto.

## 5.5 FRONTEIRAS DO SISTEMA

As fronteiras do sistema definidas foram desde a chegada do vidro no evento até sua destinação a empresa responsável pela reciclagem, ou seja, consumo, descarte e destinação do resíduo. Além disso temos como fronteiras o foco voltado aos resíduos gerados, a energia e geração de CO<sub>2</sub> em todo o processo.

## 5.6 ANÁLISE DO INVENTÁRIO

A análise do inventário foi feita a partir da utilização de equações e métricas para a obtenção do impacto das externalidades negativas no meio ambiente.

## 5.7 LEVANTAMENTO DOS DADOS

Utilizando as fronteiras do sistema, definiu-se a análise focada na demanda de energia, a emissão de CO<sub>2</sub> e a geração de resíduos exigidas no ciclo de vida do vidro. Assim o levantamento de dados irá focar nesses parâmetros.

### 5.7.1 Energia

A mensuração do gasto energético é de extrema importância para a análise do ciclo de vida do material, pois a mesma tem papel fundamental. Esse levantamento energético é feito em cada uma das etapas.

#### 5.7.1.1 Fábrica

Como os limites do sistema são feitos a partir do consumo, não há necessidade da obtenção de dados da fábrica.

#### 5.7.1.2 Transportes

A energia advinda dos transportes é feita a partir da análise do combustível gasto nos trajetos de logística de transporte. Para isso calcula-se a energia gasta no transporte na fase de destinação. Para isso, utiliza-se a fórmula:

$$C_{transporte} = (1 + \alpha) \times (f1 \times RSU_{coletado} \times distância\ percorrido)$$

*Equação 3.1 (Fonte: Oliveira et al -2018)*

Onde:

C<sub>transporte</sub> = consumo total de diesel no transporte (L/ano);

$\alpha$  = fator de proporcionalidade do consumo de combustível no trajeto de volta com caminhão vazio, considerado igual a 0,5;

f1 = fator de consumo de combustível do caminhão de grande porte (L/t.km)

As condições utilizadas para a escolha de roteiro são os trajetos mais rápidos de acordo com Google Maps.

### 5.7.1.3 Materiais

Entendendo os limites do sistema como as fases de consumo até destinação, não há um gasto energético em relação aos materiais gerados. O único gasto energético acontece na trituração do vidro no pátio da Green Ambiental.

## 5.7.2 Emissão de CO<sub>2</sub>

A emissão de CO<sub>2</sub> é resultado das emissões decorrente do transporte dos materiais

### 5.7.2.1 Transportes

De acordo com JOHN (2014) e CAMPOS (2012), o caminhão consumirá cerca de: 0,006 a 0,022 L/t.km. Assim é importante definir a distância média percorrida e o número de viagens feitos. Para a distância média será utilizado a ferramenta *Google Earth* que disponibiliza a medição da distância média entre dois pontos.

Para definir o número de viagens utiliza-se:

$$N^{\circ} \text{ de viagens} = \frac{\text{Quantidade de Matéria Prima}}{\text{Quantidade Transportada}}$$

*Equação 3.2*

Definindo o número de viagens e a distância percorrida no processo, usa-se o fator de emissão do veículo de coleta. De acordo com a fonte Environment Canada a emissão de CO<sub>2</sub> por veículos de coleta é de 2730 g/L. (Fonte: AGAR, 2007).

## **6 RESULTADOS**

### **6.1 ESTUDO DE CASO: NA PRAIA 2019**

O evento em estudo aconteceu no período de 28 de junho a 08 de setembro de 2019 e mobilizou um público de 323.299 pessoas. Foram 44 dias de evento em um espaço de convivência de 16.000 m<sup>2</sup>.

Todos os dados a seguir têm como fonte o Relatório de Gestão da Sustentabilidade do evento "Na Praia 2019", do Relatório de Certificação Lixo Zero Na Praia 2019 e dados internos da própria empresa encarregada da realização do evento (R2 Produções).

A geração de resíduos sólidos em eventos está entre as principais externalidades negativas do setor de eventos. Ressalta-se que em 2017 o evento "Na Praia" estabeleceu uma meta: ser o primeiro megaevento lixo zero da América Latina, alcançando 95,13% de taxa de desvio de resíduos do aterro sanitário, durante o evento.

Para garantir esse índice de destinação correta contratou-se uma cooperativa, a Associação de Catadores de Resíduos Sólidos de Brazlândia (ACOBRAZ), para trabalhar durante toda a temporada do evento "Na Praia", a qual foi responsável pela triagem, transporte e comercialização dos materiais recicláveis.

Ainda como estratégia para redução da geração de resíduos, continuou-se adotando soluções adotadas em edições anteriores foram mantidas: papel higiênico hidrossolúvel, secador de mãos, descartáveis compostáveis, construção de cozinhas de apoio para evitar marmitas descartáveis, reutilização de materiais construtivos e utilização de copos retornáveis ("Meu Copo Eco"), que garantiram que 1.500.000 copos descartáveis não fossem gerados.

Para uma melhor performance, no próprio local de trabalho da cooperativa, a equipe disponibilizou um quadro com todos os resíduos gerados no evento "Na Praia 2019" e um indicativo qual classe cada resíduo pertence, como mostra a figura a seguir:



Figura 10 - Painel indicativo para cooperativa com todos os itens gerados no evento, assim como documentações legais (Fonte: Relatório Lixo Zero - Neutralize)

Indicadores Chave de Performance, de acordo com Relatório de Gestão da Sustentabilidade do evento "Na Praia 2019":

- Desvio de Aterro – 97,47 %

Em 2019 o "Na Praia" encerrou sua temporada com taxa de desvio de aterro sanitário da ordem de 97,47% quando consideramos as etapas de montagem, evento e desmontagem. O total de resíduos gerados foi de 453,54 toneladas e durante o evento foi de 210,415 toneladas, das quais 191,643 toneladas eram materiais recicláveis, 5,381 materiais compostáveis e somente 2,996 toneladas rejeito destinado ao aterro sanitário.

Dessa totalidade 117,361 toneladas eram vidro, o qual foi devidamente armazenado e destinado para reciclagem. De acordo com relatório interno da própria R2 Produções, o evento "Na Praia 2019" apresentou um volume de 500.000 unidades da *Corona Extra long neck* 330 ml e 40.000 unidades da *Coronita* 210 ml, com pesos de 190 g e 120 g por unidade, respectivamente. Assim conclui-se que das 117,361 toneladas de vidro geradas no evento:

- 95 toneladas são provenientes das embalagens de *Corona Extra* 330ml
- 4,8 toneladas são provenientes das embalagens de vidro da *Coronita* 210ml

Assim, das 117,361 toneladas de vidro geradas no evento, as embalagens de vidro das marcas *Corona* são responsáveis por 99,8 toneladas, ou seja, 85% do total de vidro gerado no evento, o restante do vidro é proveniente de garrafas de azeite, embalagens de maionese, utilizados pelos restaurantes do evento e pelas garrafas de destilados.

Tabela 3 - Valores da coleta total de vidro no evento Na Praia 2019

	<b>PESO</b>	<b>PERCAPITA</b>
<b>VIDRO</b>	117.361,4 kg	0,363 kg

Tabela 4 - Valores da coleta de embalagens de vidro Corona Extra 330 ml e Coronita 210 ml no evento Na Praia 2019

	<b>MASSA</b>	<b>PERCAPITA</b>
<b>VIDRO</b>	99.800 kg	0,309 kg

Com os valores apresentados, conclui-se que cada indivíduo presente no evento "Na Praia 2019" foi responsável pela geração de resíduos de aproximadamente duas embalagens de Coronas Extras 330ml.

Ao analisarmos o montante de 210,415 toneladas de resíduos geradas no evento, sendo 117,361 toneladas apenas de vidro e 99,8 toneladas de resíduos provenientes de embalagens de vidro da marca *Corona*, percebe-se que 55% dos resíduos gerados no evento é de vidro e 47% são provenientes das embalagens de vidro da marca *Corona*.

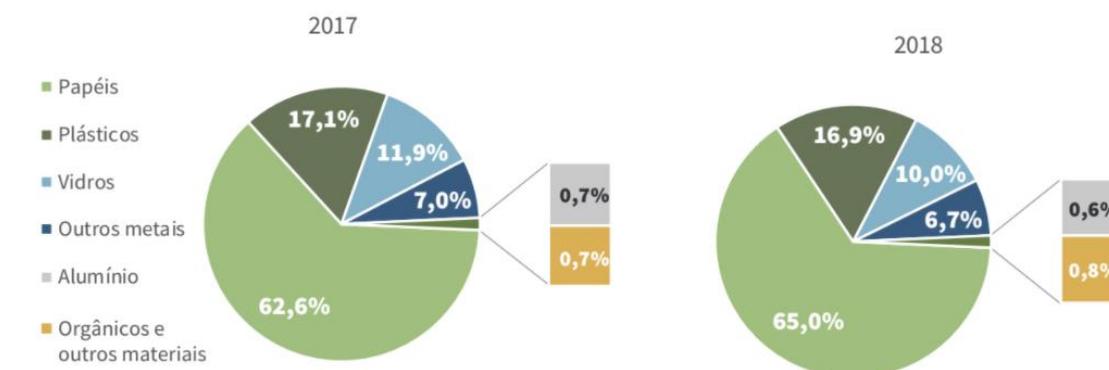
Relacionado a valores mais globais como do Distrito Federal, sendo em números percentuais que equivale ao dobro do coletado em coletas convencionais de acordo com o Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos:

Tabela 5 - Distribuição percentual pelo tipo de material na coleta convencional (Fonte: Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos)

<b>Material</b>	<b>Coleta convencional (%)</b>	<b>Coleta Seletiva com Compactação (%)</b>	<b>Coleta Seletiva sem Compactação</b>	<b>Média Ponderada</b>
<b>Embalagens de Papelão</b>	5,39	6,70	12,30	6,52
<b>Embalagens de Papel</b>	11,08	16,05	15,72	12,73
<b>Garrafas PET</b>	18,81	16,91	22,79	18,88
<b>Embalagens Plásticas em Geral</b>	17,55	8,39	11,22	14,77
<b>Embalagens de Metais Ferrosos</b>	10,19	13,81	6,20	10,50
<b>Embalagens de Metais não Ferrosos</b>	4,96	4,82	3,91	4,80
<b>Embalagens de Vidro</b>	17,99	20,31	13,30	17,93
<b>Embalagens Tetrapark</b>	13,83	13,01	16,45	13,97

<b>Outras Embalagens</b>	0,20	0,01	0,06	0,14
<b>Total</b>	100	100	100	100

Analisando em um âmbito Brasil, quando comparado a porcentagem de volume total de embalagens de vidro coletado no evento em relação ao todo, temos número bem discrepante, como mostra a Figura 10.



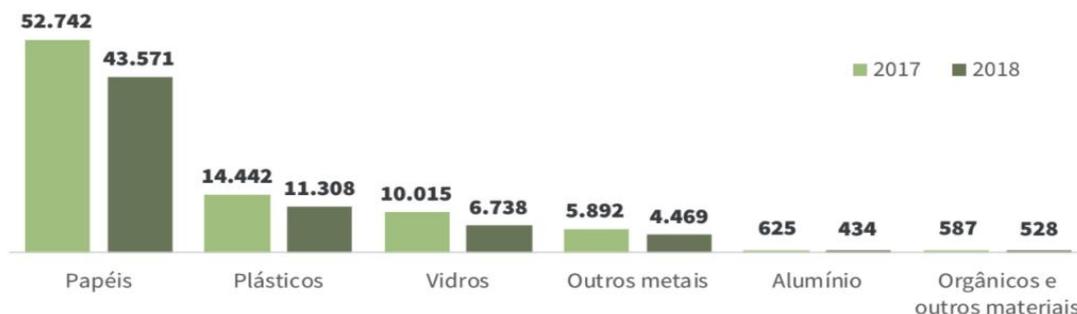
FONTE: ANCAT. ELABORAÇÃO: LCA CONSULTORES.

Figura 11 - Participação de cada material no volume total coletado, 2017 e 2018 (Fonte: ANCAT)

Os valores nacionais do volume total coletado de vidro são ainda menores do que os apresentados pelo Distrito Federal, sendo em 2018 cinco vezes menor em comparação ao proporcional coletado no evento "Na Praia 2019"

Sendo o vidro um material 100% reciclável, o Na Praia 2019 um evento engajado com as questões de sustentabilidade e com os atestados de destinação correta do vidro emitidos pela empresa Green Ambiental, considera-se que todo o vidro consumido no evento foi reinserido no ciclo produtivo a partir da reciclagem.

Assim, uma comparação em números absolutos de volume de resíduos de embalagens de vidro da marca *Corona* coletados no evento "Na Praia 2019" com o volume total coletado em todo o Brasil no ano de 2018 (Figura 10), percebe-se que as embalagens de vidro da marca *Corona* no Na Praia 2019 são responsáveis por 1,5% do volume total coletado por cooperativas associadas a ANCAT em 2018. Isso mostra a importância do trabalho com eventos, com uma grande geração de resíduos de vidro.



FONTE: ANCAT. ELABORAÇÃO: LCA CONSULTORES.

Figura 12 - Volume total coletado por material pelas cooperativas e associação acompanhadas pela ANCAT, 2017 e 2018 ( Fonte: ANCAT)

## 6.2 FLUXOGRAMA

### 6.2.1 Fluxo do consumo até a destinação final

O projeto tem como fronteiras do sistema como o consumo até a destinação, no entanto é importante apenas entender a produção desse vidro. De acordo com o fornecedor das cervejas *Corona Extra* 330ml e *Coronita* 220ml, a empresa Ambev, a produção das mesmas é feita no fábrica Novo Rio, localizada no Rio de Janeiro. Após produzidas elas vão direto para o centro de distribuição nacional em Louveiro, São Paulo. Do centro de distribuição nacional segue para o centro de distribuição de Brasília, localizada no SCIA, Guará. Em sequência ela é encaminhada para o evento Na Praia (Figura 11 e Figura 12).



Figura 13 - Localização aproximada do local que ocorreu o evento "Na Praia 2019"(Fonte: Google Maps)



Figura 14 - Localização ampla do local que ocorreu o evento "Na Praia 2019", em Brasília DF (Fonte: Google Maps)

De acordo com Roberto Bretas, CEO da Green Ambiental o fluxograma do vidro no "Na Praia" começa com o descarte do vidro pelos clientes, seja ele nas *long necks* da marca Corona, seja ele as garrafas de azeite, latas de maionese, pelos restaurantes. Após esse descarte, a equipe de limpeza leva esses resíduos para a área de triagem (Figura 13 e 14) que conta com uma equipe de catadores da cooperativa ACOOBRAZ.



Figura 15 - Área de Triagem



Figura 16 - Cooperados realizando a triagem

O vidro recebe uma pré limpeza na triagem e são depositados em caçambas de 26 m<sup>3</sup> que cabem aproximadamente 10 a 20 toneladas de vidro, dependendo se o vidro está inteiro ou quebrado. Importante ressaltar que há uma caçamba destinada apenas para vidro branco ou outra para as demais cores (verde, âmbar, azul, etc...). Isso se dá pela diferença de valor de mercado e a maior quantidade de vidros brancos pela entrada forte das long necks da patrocinadora Corona.

A coleta é feita por meio de caminhões Roll On (Figura 15), caminhão que conta com uma balança para a pesagem do vidro. Ao chegar ao local, o motorista acessa o sistema a partir do QR Code da caçamba e informa no sistema seu peso e horário de saída.



Figura 17 - Caminhões Roll On Green Ambiental

Ao sair do evento Na Praia os caminhões seguem direto para o pátio da Green Ambiental, localizado no STRC Trecho 2, conjunto E, Brasília (Figura 16). Totalizando um trajeto de 19,9 quilômetros (Figura 17). Importante ressaltar que não há qualquer restrição pelo porte quanto ao trajeto pelo Eixo Monumental.

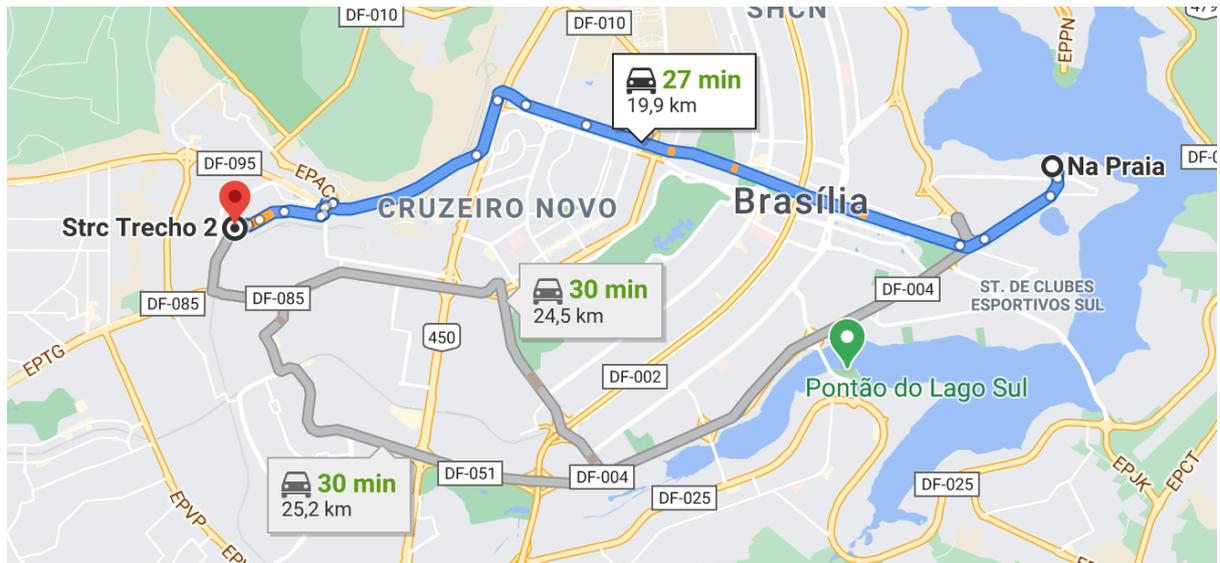


Figura 18 - Trajeto evento Na Praia para o pátio da empresa Green Ambiental (Fonte: Google Maps)

Seguindo o processo, no pátio da Green Ambiental passa por um segundo processo de limpeza, o resíduo é triturado para reduzir volume e é colocado em caçambas de até 35 toneladas em caminhões rodo trem ou caminhão bi trem que transportam de 60 a 70 toneladas por vez. O roteiro utilizado foi o trajeto mais curto entre o pátio da empresa Green Ambiental até a fábrica Owen Illinois, sugestão dos responsáveis pelo trajeto.

A fábrica de destino - trajeto representado na Figura 20 - é a Owen Illinois que é a maior fabricante e recicladora de vidro do mundo, tendo 4 plantas no Brasil, duas em São Paulo e uma no Rio de Janeiro e Pernambuco. Normalmente a empresa Green Ambiental destina os resíduos de vidro para a fábrica da Owen Illinois do Rio de Janeiro, por isso a mesma será utilizada nos cálculos. Localizada na Praça Alberto Monteiro Filho, 10 - Parte - Jacaré, Rio de Janeiro, RJ. (Figura 18 e 19).



Figura 19 - Localização Fábrica Owen Illinois (Fonte: Google Maps)



Figura 20 - Localização Fábrica Owen Illinois, visão ampla (Fonte: Google Maps)

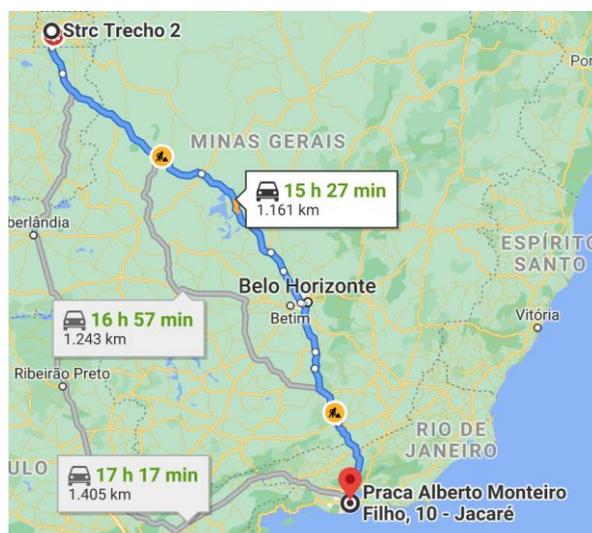


Figura 21 - Trajeto pátio da empresa Green Ambiental para fábrica da Owen Illinois

Todo o vidro que chega nas fábricas da Owen Illinois, tornam-se vidro novo, já que o vidro é um dos únicos materiais que pode ser reciclado e não perder a qualidade. A partir da entrada do material na fábrica, a Green Ambiental emite um atestado de destinação correta para o Na Praia, aonde diz a quantidade de vidro coletada e quantidade de vidro entregue.

A Owen Illinois é a maior recicladora e fabricante de vidros do mundo, empresas como a Ambev, que é uma grande envasadora de bebidas de produção nacional, utilizam vasilhames produzidos pela Owen, então esse vidro que é reinserido no ciclo produtivo em uma cadeia fechada.

### 6.3 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

Para analisar o ciclo de vida do material é importante entendermos desde sua produção até a destinação final. Para esse projeto utilizaremos como fronteiras do sistema do consumo, ou seja, após a chegada no o evento Na Praia, até a destinação final do produto, que é a chegada na fábrica do Rio de Janeiro da *Owen Illinois*.

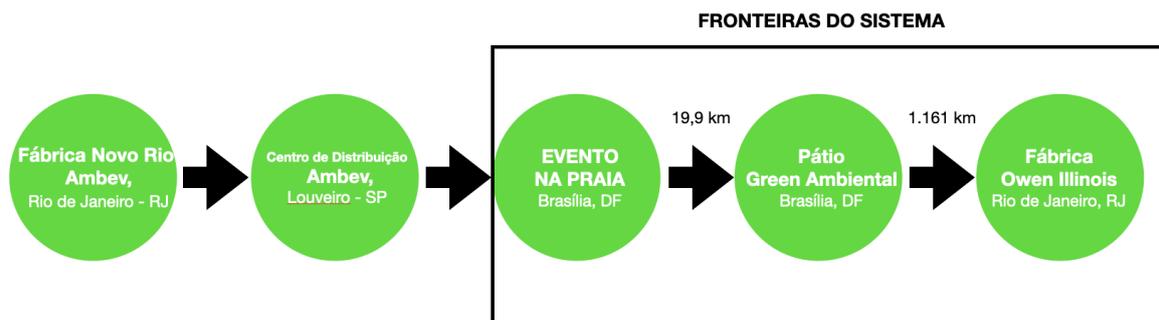


Figura 22 - Fluxograma das embalagens de vidro da marca Corona no evento "Na Praia 2019".

O próximo passo é entender o material escolhido e a sua geração durante o período de análise. Seguem os valores na tabela abaixo:

Tabela 6 - Valores de análise

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Consumo de <i>Corona Extra</i>	500.000 unidades
Peso embalagem <i>Corona Extra</i>	0,190 kg
Peso total das embalagens <i>Corona Extra 330ml</i>	95 t
Consumo de <i>Coronita</i>	40.000 unidades
Peso embalagem <i>Coronita</i>	0,120 kg
Peso total das embalagens <i>Coronita 210ml</i>	4,8 t
Peso total das embalagens da marca Corona	99,8 t
Pessoas no evento	323.299 pessoas
Geração de resíduos das embalagens da marca corona por pessoa no evento Na Praia 2019	0,3087 kg

As embalagens de vidro das cervejas da marca *Corona* consumido e descartado no evento Na Praia são triadas pela cooperativa e armazenados em caçambas de 26 m<sup>3</sup>. Para a realização dos trajetos são utilizados dois tipos de caminhão:

- Trajeto "Na Praia" até Pátio Green Ambiental
  - Tipo: Caminhões *Roll On* (Figura 15)
  - Dimensão: 26 m<sup>3</sup>
  - Capacidade: 10 a 20 toneladas de vidro (para fins de cálculo, 15 toneladas)
- Trajeto Pátio Green Ambiental até fábrica *Owen Illinois*:
  - Tipo: Caminhões Bitrem
  - Dimensão: 83,6 m<sup>3</sup> (Fonte: Legislação de pesos e dimensões)
  - Capacidade: 60 a 70 toneladas de vidro (para fins de cálculo, 65 toneladas)

Para fins de cálculo, considerou-se a largura de 2,6 m, altura de 4,40 m e comprimento de 19,8 m na dimensão do Caminhão Bitrem, todos os dados foram retirados da "Legislação de Pesos e Dimensões".

Outro valor importante para determinar o gasto de energia e geração de CO<sub>2</sub> é o número de viagens feitas pelos caminhões e a distância percorrida, no trajeto "Na Praia" até o pátio da "Green Ambiental" e no trajeto do pátio da empresa até a fábrica da *Owen Illinois*, apenas para os resíduos gerados pelas embalagens de vidro da marca *Corona*. Assim vamos é necessário assumir alguns valores, como demonstrado na tabela abaixo:

Tabela 7 - Valores de análise dos caminhões de transporte

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Quantidade de resíduo de embalagem de vidro total do Na Praia 2019	99,8 t
Capacidade do veículo de coleta (Caminhão Roll On)	15 t
Capacidade do veículo de coleta (Caminhão Bitrem)	65 t
Fator de utilização	0,7
Fator de compactação	2
Distância - "Na Praia até pátio Green Ambiental"	19.9 km
Distância - "Pátio Green Ambiental até Fábrica Owen Illinois"	1.161 km

Entendendo como a maior externalidade no processo a geração de CO<sub>2</sub>, pondera-se a logística de transporte e processo de trituração no pátio da Green Ambiental como os principais

geradores, sendo os outros com uma geração muito pequena para se analisar. Assim, determina-se o número de viagens necessárias:

$$\text{Número de viagens} = \frac{\text{quantidade de resíduo de embalagem de vidro total do Na Praia 2019}}{\text{capacidade do veículo de coleta} \times \text{fator de utilização} \times \text{fator de compactação}}$$

*Equação 4.1*

$$\text{Distância percorrida} = \text{número de viagens} \times \text{distância trajeto}$$

*Equação 4.2*

- Trajeto "Na Praia até pátio Green Ambiental":

$$\text{número de viagens} = \frac{99,8}{15} = 6,65 \approx 7 \text{ viagens, considerando apenas trajeto de ida.}$$

Importante ressaltar que no trajeto do evento "Na Praia" até o pátio da Green Ambiental não há compactação, pois, as embalagens de vidro ainda não sofreram a trituração. Além disso, não se utiliza o fator de utilização para dimensionar caminhões de transporte, apenas para dimensionamento de resíduos em caçambas.

*Equação 4.3*

$$\text{distância percorrida} = 7 \times 19,9 = 139,3 \text{ km}$$

*Equação 4.4*

- Trajeto "Pátio Green Ambiental até fábrica Owen Illinois":

$$\text{número de viagens} = \frac{99,8}{65 \times 2} = 0,77 \approx 1 \text{ viagem}$$

*Equação 4.5*

$$\text{distância percorrida} = 1 \times 1.161 = 1.161 \text{ km}$$

*Equação 4.6*

$$\text{distância percorrida total} = 1.161 + 139,3 = 1.300,3 \text{ km}$$

*Equação 4.7*

Com a definição desses parâmetros, o próximo passo é calcular a energia gasta e o CO<sub>2</sub> emitido por todo o processo.

## 6.3.1 Energia

### 6.3.1.1 Transportes

Para o cálculo da energia gasta nos transportes foi utilizada a fórmula de consumo de diesel pelo caminhão transportador, utilizando o valor de  $\alpha$  adicionar o gasto no percurso de volta, assim:

$$C_{transporte} = (1 + \alpha) \times (f_1 \times RSU_{coletado} \times \text{distância percorrida})$$

*Equação 4.8 (Fonte: Oliveira et al -2018)*

Sendo:

- $C_{transporte}$  = consumo de diesel (L/evento)
- $\alpha = 0,5$  (Fonte: Oliveira et al - 2018)
- $f_1 = 0,03$  (Fonte: Merrild, Larsen, Christensen - 2018)

$$C_{transporte} = (1 + 0,5) \times (0,03 \times 99,8 \times 1300,3) = 5.839,65 \text{ L/evento.}$$

### 6.3.2.1 Materiais

De acordo com Roberto Bretas, CEO da Green Ambiental, a trituração do vidro no pátio da Green Ambiental é feita usando tratores. O gasto energético, de acordo com o mesmo, é de 50 L de diesel por mês, 12,5 L por semana.

Assim, como o período do evento "Na Praia 2019" foi de 11 semanas, conclui-se que foram gastos 137,5 L de diesel nesse processo.

### 6.3.2 Emissão de CO<sub>2</sub>

A emissão de CO<sub>2</sub> é resultado das emissões decorrente do transporte dos materiais e pela emissão no processo produtivo do material.

#### 6.3.2.2 Transportes

Definindo o número de viagens, a distância percorrida e o diesel gasto, determina-se a emissão de CO<sub>2</sub>

$$\text{Emissão de CO}_2 = 5.839,65 \text{ L} \times 2730 \text{ g/L} = 15.942.237,1 \text{ g} = 15,94 \text{ t CO}_2$$

#### 6.3.2.3 Materiais

A emissão de CO<sub>2</sub> no processo de obtenção de materiais ocorre no processo de trituração do vidro que chega no pátio da Green Ambiental. Sendo a emissão de CO<sub>2</sub> 2730 g/L de diesel, tem-se:

$$\text{Emissão de CO}_2 = 137,5 \times 2730 = 375.375 \text{ g} = 0,375 \text{ t de CO}_2$$

$$\text{Emissão total de CO}_2 = 15,94 + 0,375 = 16,32 \text{ t de CO}_2$$

## 6.4 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Em um nível mais macro, entende-se os valores de emissão do Brasil em 2018 (Figura 22).

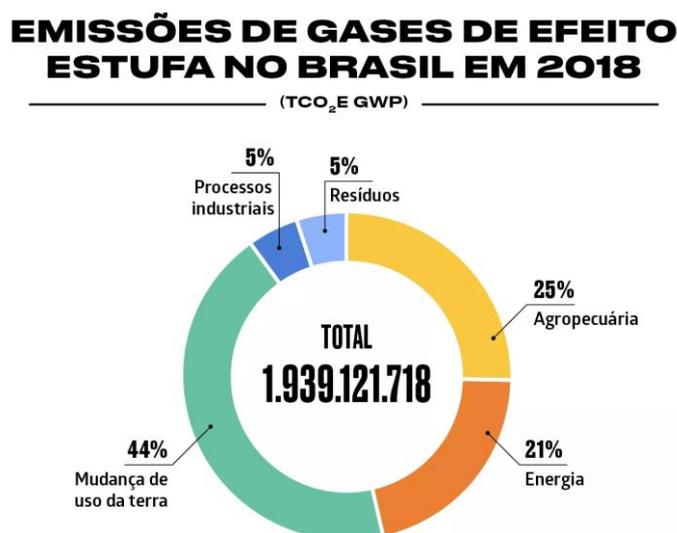


Figura 23 - Sistema de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima (Fonte: Revista Galileu)

Os resíduos são responsáveis por 5% da geração total de CO<sub>2</sub> no Brasil, ou seja, 96.956.085 t de CO<sub>2</sub>. O evento Na Praia representa apenas 0,0000002% desse valor.

Outra análise importante das emissões de CO<sub>2</sub> é entender a emissão per capita do evento:

$$\text{Emissão de CO}_2 \text{ per capita Na Praia 2019} = \frac{16,32}{323.299} = 0,00005 \text{ t/pessoa} = 0,05 \text{ kg/pessoa}$$

De acordo com o Relatório de Sustentabilidade do evento "Na Praia", a pegada de carbono total per capita foi de 0,95 kg CO<sub>2</sub>, ou seja, os resíduos gerados pelas embalagens de vidro da marca *Corona* representam 5,3% do total. Em uma visão mais global temos a emissão per capita do Brasil e Mundial em um ano.

## EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PER CAPTA

(TCO<sub>2</sub>E GWP)

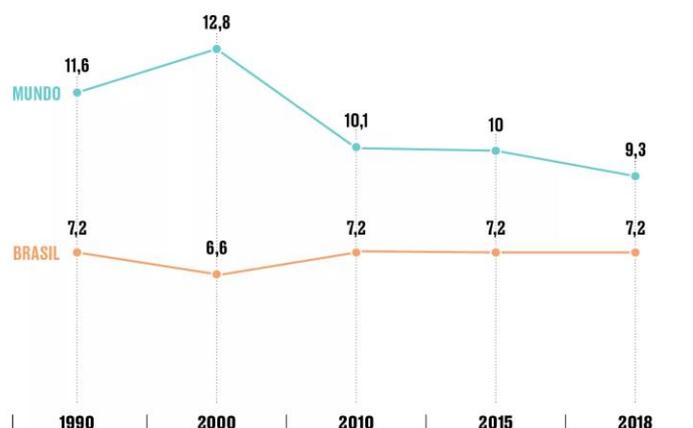


Figura 24 - - Emissões de Gases de Efeito estufa per capita por ano (Fonte: Revista Galileu)

Com os valores anuais de geração de CO<sub>2</sub> de 7,2 toneladas anuais e 9,3 toneladas anuais, Brasil e mundo respectivamente, precisa-se achar o valor proporcional para o Na Praia. Para isso divide-se os valores por 365 dias do ano. Assim:

- Brasil:

$$\text{Geração CO}_2 \text{ proporcional} = \frac{7,2}{365} = 0,019 \text{ t} = 19,73 \text{ kg/pessoa.dia}$$

- Mundo:

$$\text{Geração CO}_2 \text{ proporcional} = \frac{9,3}{365} = 0,025 \text{ t} = 25,48 \text{ kg/pessoa.dia}$$

O mesmo documento traz valores do próprio Distrito Federal, com uma geração de CO<sub>2</sub> de 7.584.146, sendo a população do DF de 2.974.703 habitantes em 2018 (ano do estudo de geração de CO<sub>2</sub>), de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), temos uma geração per capita de 2,54 t/ano e 6,98 kg/dia. Para uma comparação mais real, é necessário entender o mesmo período do evento, foram 11 semanas de evento com 4 dias de evento por semana, assim 44 dias. Por tanto a geração de CO<sub>2</sub> é de 307,12 kg/período de evento. Valor acima dos 0,05 kg/pessoa gerados pelo evento Na Praia 2019, no transporte de resíduos de embalagens de vidro da marca *Corona*.

Brasília não apresenta nenhuma fábrica de reciclagem ou produção de vidro, talvez a solução para a diminuição de geração de CO<sub>2</sub> seja a vinda de uma fábrica para Brasília, considerando que ela se localizaria no pátio da Green Ambiental, a geração seria de:

$$C_{\text{transporte}} = (1 + 0,5) \times (0,03 \times 99,8 \times 99,5) = 446,85 \text{ L/evento.}$$

$$\text{Emissão de CO}_2 = 446,85 \text{ L} \times 2730 \text{ g/L} = 1.219.912,78 \text{ g} = 1,22 \text{ t de CO}_2$$

A diferença mostra-se significativa, de 15,1 t, ou seja, se a fábrica da *Owen Illinois* fosse localizada no pátio de Green Ambiental teria-se uma economia de 92,52% na emissão de CO<sub>2</sub>.

## 7 CONCLUSÕES

O estudo de caso teve como finalidade avaliar a viabilidade técnica para a destinação ambiental adequada para as embalagens de vidro provenientes do evento Na Praia 2019, com refinamento para embalagens de vidro exclusivas de bebidas. Para isso, analisou-se todo o fluxograma desde o descarte no evento "Na Praia 2019", passando pelo pátio da empresa Green Ambiental e tendo seu destino final na fábrica da Owen Illinois, no Rio de Janeiro.

Concluiu-se que a maior externalidade ambiental encontrada é a emissão de CO<sub>2</sub> no gerenciamento de resíduos gerados pelas embalagens de vidro da marca Corona. Principalmente devido a logística de transporte entre o pátio da Green Ambiental em Brasília até a fábrica recicladora de vidro da Owen Illinois, no Rio de Janeiro.

Após alguns cálculos percebe-se que os impactos ambientais gerados por todo esse processo em uma comparação global se tornam bem pequenos, por isso conclui-se que há um atendimento a viabilidade técnica ambiental dos resíduos gerados no evento. Apesar da grande geração de resíduos por parte do evento, com valores absolutos representando 1,5% de todo o resíduo coletado no país, durante 11 semanas e mais de 323 mil pessoas, todo esse resíduo de vidro é reinserido na cadeia produtiva de forma 100% eficiente e com um baixo impacto ambiental quando se fala em geração de CO<sub>2</sub>.

Conclui-se assim, que os eventos têm um papel de grande importância nesse gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos e que essa atenção quanto a sustentabilidade e seu impacto devem passar para outras áreas da sociedade, não apenas aquelas que já são esperadas essa preocupação.

## **7.1 SUGESTÕES PARA OS PRÓXIMOS TRABALHOS**

Como sugestão para próximos trabalhos relacionados a essa área coloca-se:

- Avaliação da viabilidade técnica-ambiental da instalação de uma fábrica de reciclagem e produção de embalagens de vidro no Distrito Federal ou entorno;
- Avaliação do processamento e emprego de resíduos de vidro na composição de materiais de construção (Ex.: agregados e componentes de sistemas de pinturas reflexivas) como forma de destinação ambiental local viável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. O DESCAMINHO DO LIXO. Disponível em: < <https://abrelpe.org.br/brasil-produz-mais-lixo-mas-nao-avanca-em-coleta-seletiva/>>. Acesso em: 02 dezembro 2020.

AGAR, B.J; BAETZ, B.W; WILSON, B.G. Fuel Consumption, Emissions Estimation, and Emissions Cost Estimates Using Global Positioning Data. Journal of the Air & Waste Management Association (1995), v. 57, n.3, p. 348-354, 2007

ALMEIDA, V. G.; GOMES, A. A. Gestão de Resíduos Sólidos e sua Importância no Planejamento de Eventos em Busca da Sustentabilidade

ANUÁRIO DE RECICLAGEM 2018/2018 - LCA CONSULTORES. Disponível em: < <http://www.mncr.org.br/biblioteca/publicacoes/relatorios-e-pesquisas/anuario-da-reciclagem-2018-2018>> , Acesso em: 19 novembro 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 20121/2012 - Eventos Sustentáveis.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040/2009 - Gestão ambiental, avaliação de ciclo de vida, princípios e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT.

BRASIL. Legislação de Pesos e Dimensões. Disponível em: <<http://www.guiadotrc.com.br/lei/qresumof.asp>>. Acesso em: 12 novembro 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Dispões a instituição da Política Nacional dos Resíduos Sólidos

BRASIL. LEI ORDINÁRIA Nº 6.945/81. Disponível em: <<http://www.fazenda.df.gov.br/aplicacoes/legislacao/legislacao/TelaSaidaDocumento.cfm?txtNumero=6945&txtAno=1981&txtTipo=110&txtParte=>>>. Acesso em: 04 dezembro 2020.

BRITO, J; FONTES, N. Estratégia para Eventos (2006)

CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem. Disponível em:  
<<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>>. Acesso: 20 setembro 2019.

CERQUEIRA, A. D. Coleta Seletiva em evento de grande porte, v.0, p. 21-67, 2011.

CRESPO, N; BUENO, C; OMETTOA,A; Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: Revisão dos Principais Métodos. Disponível em: <[https://www.scielo.br/pdf/prod/2015nahead/0103-6513-prod-0103\\_6513\\_153213.pdf](https://www.scielo.br/pdf/prod/2015nahead/0103-6513-prod-0103_6513_153213.pdf)>. Acesso em: 13 outubro 2020.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 5.610 de 16 de Fevereiro de 2016. Dispõe sobre a responsabilidade dos grandes geradores de resíduos sólidos e das outras providências.

DISTRITO FEDERAL. Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Adasa (2018)

FERREIRA, M. C.; MARTINS, I. Pesquisa de mercado como ferramenta para a produção de eventos: um mapeamento do mercado de shows internacionais em Belo Horizonte. Marketing & Tourism Review, [S. l.], v. 4, n. 1, 2019. DOI: 10.29149/mtr.v4i1.5034. Disponível em: <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/mtr/article/view/5034>. Acesso em: 4 setembro 2020.

GOVERNO DE BRASÍLIA. Grandes Geradores de Lixo. Disponível em:  
<[https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/wp-content/uploads/2016/11/Grande\\_Geradores\\_de\\_Lixo\\_Agencia\\_Brasilia.pdf](https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/wp-content/uploads/2016/11/Grande_Geradores_de_Lixo_Agencia_Brasilia.pdf)>. Acesso em: 15 julho 2020.

IBAM, INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. CARTILHA DE LIMPEZA URBANA. Disponível em:  
<[http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/cartilha\\_limpeza\\_urb.pdf](http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/cartilha_limpeza_urb.pdf)> Acesso em: 9 dezembro 2020

ISO 20121. Event sustainability management systems — Requirements with guidance for use. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:20121:ed-1:v1:en>>. Acesso em: 22 agosto 2020.

ITAMARATY - Desenvolvimento sustentável e meio ambiente: Objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)

MARTIN, V - Manual Prático de Eventos: Gestão Estratégica, Patrocínio e Sustentabilidade. 2015

MERRILD, H; LARSEN, A.W; CHRISTENSEN, T.H. 2012. Assessing Recycling Versus Incineration of Key Materials in Municipal Waste: The Importance of Efficient Energy Recovery and Transport Distances. Waste Management (New York, NY).

NEUTRALIZE. Relatório de Sustentabilidade Na Praia 2018

NEUTRALIZE. Relatório de Sustentabilidade Na Praia 2019

NEUTRALIZE. Relatório Técnico Lixo Zero Na Praia 2019.

ONU. 17 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Disponível em: <<https://brasil.un.org/>>. Acesso: 14 novembro 2020.

ONU. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<https://web.unep.org/regions/brazil>>. Acesso em: 08 dezembro 2020

R2 PRODUÇÃO. Relatório de Consumo de Corona Na Praia 2019

REDAÇÃO GALILEU. 4 Gráficos Para Entender as Emissões de CO2 do Brasil no Último Ano. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2019/11/4-graficos-para-entender-emissoes-de-co2-do-brasil-no-ultimo-ano.html>>. Acesso em: 16 novembro 2020

SAMBUGARO, B; Série Eventos Turismologia: Classificação dos eventos. Disponível em: <<http://www.turismologia.paulamarchesan.com/2018/05/10/serie-eventos-turismologia-classificacao-dos-eventos-1-7/>>. Acesso: 17 setembro 2019

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná - Programa: Desperdício Zero. 2006.

SEDINI, S. - Ciclo UrbanSus - Sustentabilidade Urbana: Gestão de Materiais, Processos e Resíduos em Cidades. Novembro, 2019.

SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA. *Grandes Geradores*. Brasília 19/04/2018. Disponível em: <<http://www.sema.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2018/04/GRANDES-GERADORES.pdf>>. Acesso em: 27 setembro 2020.