



## **Iniciativa Compras Sustentáveis & Grandes Eventos**

### **Estudo de Pegada de Carbono: Sacola Plástica**

**Instituições parceiras:** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) da Fundação Getulio Vargas (FGV - EAESP).

**Equipe GVces:**

Autoria: (Felipe Giasson, Gabriela Alem Appugliese, Luciana Betiol, Ricardo Dinato, Renato Armelin)

Colaboração: Letícia Marselha e Ligia Ramos

**Janeiro/ 2015 (versão final)**

*Relatório referente ao produto 3.2 ("Critérios de Sustentabilidade para os três primeiros produtos e/ou serviços") no âmbito do Acordo de Financiamento de Pequena Escala: SSFA/BRA-001/2013, firmado entre as instituições parceiras.*



## SUMÁRIO EXECUTIVO | ESTUDO: SACOLA PLÁSTICA

Este estudo, baseado em uma série de premissas aqui adotadas e na utilização de dados secundários, avalia os impactos ambientais do ciclo de vida de uma sacola plástica a partir da elaboração de sua pegada de carbono. Após a análise dos resultados quantitativos da pegada de carbono do produto, pautados em revisões bibliográficas, foram discutidos também outros impactos ambientais e sociais para além da categoria de mudanças climáticas e, então sugeridos elementos a serem considerados nas decisões de compra.

### CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO

Premissas e Etapas do Ciclo de Vida	Resultados – Pegada de Carbono
<p><b>Características:</b> Sacola plástica descartável de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), tipo camiseta<sup>1</sup>, massa de 8,17 gramas, capacidade para 19,1 litros ou 6 kg.</p> <p><b>Função:</b> Servir para transportar, uma única vez, os produtos adquiridos em quiosques de comércio da Copa 2014.</p>	
<p><b>Aquisição de materiais e pré-processamento:</b> Obtenção do polietileno (extração do petróleo ou gás natural; refino (nafta), produção de etileno, polimerização)   Obtenção do calcário (mineração)   Deslocamento rodoviário das indústrias desses materiais até o fabricante da sacola plástica (25 km).</p>	
<p><b>Produção:</b> Transformação (extrusão de balão do polímero)   Corte   Solda (consumo energético do maquinário elétrico).</p>	
<p><b>Distribuição e armazenamento:</b> Transporte rodoviário do polo industrial (Estado de São Paulo) para as 12 cidades-sede.</p>	
<p><b>Uso:</b> Uso único – a sacola exercerá sua função uma vez e será descartada em seguida - sem emissões.</p>	
<p><b>Fim da vida:</b> Deslocamento rodoviário até aterro sanitário (distância média percorrida: 50 km e aterro com sistema de captura e queima do gás metano)   Decomposição da sacola plástica.</p>	
<p><b>Não são consideradas informações sobre:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>χ Tingimento da sacola</li> <li>χ Impressão de estampas ou qualquer arte na sacola</li> <li>χ Emissões de gases associadas ao deslocamento das pessoas envolvidas no processo</li> <li>χ Embalagem para as sacolas produzidas</li> </ul>	

A etapa de aquisição de materiais e pré-processamento é a que mais emite gases de efeito estufa e, portanto, é o ponto de atenção para a tomada de decisão; é também a etapa que mais provoca impactos ambientais, devido majoritariamente à obtenção do polietileno. Em decorrência da queima de combustíveis fósseis pelo transporte rodoviário, a etapa de distribuição e armazenamento é a segunda maior emissora do ciclo de vida da sacola, seguida da etapa de produção, que tem alto consumo energético pela necessidade da elevada temperatura para o processo de extrusão, principalmente.

<sup>1</sup> Sacola provida de sanfona lateral, com recorte na boca, de modo a formar as alças (ABNT NBR 14937, 2010).



## DISCUSSÃO E ANÁLISE DE PRODUTOS ALTERNATIVOS

A pegada de carbono da etapa de aquisição de materiais e pré-processamento tem relação direta com a produção de polietileno, que é proveniente do petróleo ou do gás natural e remete atenção também para a categoria de impacto ambiental de consumo de recursos naturais – no caso não renovável e finito.

Os resultados não demonstram relevância para a etapa de uso, mas vale pontuar que a forma de uso, no geral, é definida na concepção do produto e a função é que determinará quanto o consumo e o descarte da sacola plástica poderão influenciar a ocorrência de impactos socioambientais ao longo das etapas do ciclo de vida; quanto maior a descartabilidade do material e/ou seu nível de obsolescência, provavelmente, maiores serão os impactos.

O fim de vida tem impactos relevantes devido aos GEEs emitidos durante a decomposição em aterro e, mais ainda, pelo volume de resíduos plásticos gerados, um indicador visível a todos, que eleva a pegada ambiental das sacolas nesta etapa. É também caracterizada pelo extenso tempo de decomposição do material e, portanto, pelos impactos no uso do solo e estabilização biológica, bem como pelo descarte inadequado e consequências para a fauna, a flora e a saúde humana.

A opção do produto alternativo à sacola plástica descartável, sugerida a seguir, levou em conta a análise qualitativa de outros impactos ambientais apresentados no estudo brasileiro da Fundação Espaço Eco (FEE, 2011), além daqueles relacionados à categoria ‘mudanças climáticas’. Dentre os estudos mapeados, os internacionais foram identificados como relevantes ao debate, mas descartados para qualquer comparação ao contexto brasileiro; optou-se em abordar os impactos para sacolas descartáveis e reutilizáveis, com base em um único estudo que retrata devidamente o cenário brasileiro e encaminha a indicação de um produto alternativo ao convencional, com melhor desempenho ambiental.

Tendo como pergunta de partida “Qual a melhor opção para o consumidor carregar suas compras para casa?”, a Fundação Espaço Eco analisou a ecoeficiência do uso

Ranking	Tipos de sacolas	Impressão Ambiental
1º	<b>PEAD<sup>2</sup> Retornável</b>	0,86
2º	<b>TNT<sup>3</sup></b>	0,88
3º	<b>PEAD (Verde)</b>	0,94
3º	<b>Ráfia</b>	0,94
5º	<b>Tecido de Algodão</b>	0,96
6º	<b>PEAD (oxidegradável)</b>	1,08
7º	<b>PEAD (tradicional)</b>	1,09
8º	<b>Papel</b>	1,25

de diferentes tipos de sacolas **descartáveis** e **reutilizáveis** para transporte de compras de supermercado, a partir de um indicador único (impressão ambiental) e apresentou a opção ‘PEAD Retornável’ como a melhor.

### Sacola reutilizável<sup>4</sup> de plástico (PET) 100% reciclado

Partindo da conclusão do estudo da FEE, em que uma sacola plástica retornável seria a melhor opção, buscou-se aprimorá-la somando-a à análise da pegada de carbono. Visto que a produção do insumo plástico apresenta a maior contribuição de emissões, é fundamental olhar para alternativas que melhorem esse dado e a utilização de plásticos oriundos de reciclagem pós-consumo mostrou-se válida tanto para o PEAD quanto

<sup>2</sup> Polietileno de Alta Densidade.

<sup>3</sup> TNT – Tecido Não-Tecido é um produto constituído de Polipropileno petroquímico (PP) produzido por prensagem, e não através de fiação/tecelagem, semelhante a um tecido.

<sup>4</sup> Reutilizável e retornável são entendidos aqui como sinônimos.



para o PET<sup>5</sup>. A realidade atual do mercado demonstrou disponibilidade para a opção 'sacola reutilizável de plástico PET 100% reciclado'.

## RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES

Com base nos resultados, entendemos que a melhor opção do ponto de vista da pegada de carbono seria o uso de alternativas ao polietileno virgem em sacolas descartáveis. Contudo, a função de transporte de produtos pode também ser realizada por sacolas reutilizáveis e, com um envolvimento maior do usuário, essa alternativa apresenta vantagens ambientais. Assim, supondo a necessidade de sacolas plásticas reutilizáveis, entendemos que a melhor opção do ponto de vista socioambiental seria a **sacola reutilizável de plástico PET 100% reciclado**. Essa alternativa visa também combater a falsa percepção de abundância observada no uso de produtos plásticos descartáveis. É necessário considerar as compras institucionais de sacolas plásticas como oportunidade para levar mensagens que estimulem a redução do consumo e a revisão da necessidade de compra desse item.

### Orientações gerais para a aquisição de sacolas plásticas

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ O planejamento da compra deve atentar para a descartabilidade e favorecer a redução, reutilização e reciclagem; e prever ações de comunicação que orientem o consumo e o descarte adequado.</li> <li>✓ Observar ocorrência de impactos ambientais significativos referentes à extração da matéria-prima e ao fim de vida, especialmente quanto à emissão de GEEs, perda na biodiversidade e ocupação demasiada do solo, que estão ligados aos grandes volumes descartados e à forma inadequada de fazê-lo.</li> </ul>	
ATRIBUTOS SOCIAIS   AMBIENTAIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Utilização de material reciclado em substituição à matéria-prima fóssil, com maior durabilidade e resistência.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Caso haja embalagens de papel ou papelão para entrega dos produtos, estas devem ser feitas de fibra reciclada e/ou de fibra virgem, proveniente de exploração florestal certificada (selo FSC, Cerflor ou equivalente). Em caso de embalagens plásticas, estas devem ser de fontes recicladas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificação sobre a tecnologia empregada na planta industrial, a qual deve possibilitar o controle de emissões atmosféricas e da qualidade dos efluentes industriais – para tal verificação, podem-se buscar certificações das séries ISO 9000 e 14000.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Utilização de combustível de fonte renovável e com baixo grau de emissão de gases de efeito estufa (GEE) para o transporte.</li> </ul>
OUTRAS ESPECIFICAÇÕES	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Indicação da proporção reciclada proveniente de plástico pós-consumo, idealmente em 100%.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Busca por garantia de origem da parcela pós-consumo – rastreabilidade da matéria-prima a fim de que seja proveniente de reciclagem, com inclusão de cooperativas de catadores de material reciclado.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Preferência para aquisição de sacola reutilizável.</li> </ul>

### Aprendizados e considerações

:: Ao longo da elaboração deste relatório, a equipe se deparou com dificuldades em encontrar referências confiáveis sobre o desempenho socioambiental de itens feitos de plástico, bem como sobre caminhos e exemplos de inserção de atributos de sustentabilidade nas compras e contratações. Por isso, avanços teóricos

<sup>5</sup> Poli(Tereftalato de Etileno).



brasileiros são importantes, observando ponderações e ressalvas quanto às opções de plástico 'oxidegradável', 'compostável', 'degradável' e 'verde'.

:: Reside nesse debate sobre sacolas plásticas a sutil busca pelo real diagnóstico dos impactos da produção, consumo e descarte, com o objetivo de não concentrarmos esforços somente na mitigação de impactos da produção, mas apontando para o papel do consumo desenfreado desse produto e o descarte inadequado, como vem sendo observado no Brasil.

:: O estudo de ACV é uma referência para integrar atributos de sustentabilidade nas aquisições, mas não é o único caminho. O mais importante é que seja trazida uma abordagem sistêmica à decisão de compra, que permita a consideração das externalidades e, portanto, do 'melhor' preço.

:: Para evoluirmos, vale persistir com ênfase no estabelecimento de um banco de dados confiável, regionalizado e completo, bem como no compartilhamento de informações.



## ÍNDICE

Glossário - Conceitos relacionados à ACV .....	7
1. INTRODUÇÃO .....	8
1.1. Conceitos e parâmetros da Avaliação de Ciclo de Vida .....	10
1.2. Compras sustentáveis e a ACV na prática .....	14
1.3. Contexto da ACV no Brasil .....	15
1.4. Aplicação do método .....	16
2. CONTEXTO DO SETOR DE PLÁSTICOS .....	19
3. DESCRIÇÃO DO MÉTODO .....	21
3.1. Caracterização do produto .....	21
3.2. Fluxo de referência, função e unidade funcional .....	22
3.3. Coleta de dados .....	23
3.3.1. Aquisição de materiais e pré-processamento .....	23
3.3.2. Produção .....	24
3.3.3. Distribuição e armazenamento .....	25
3.3.4. Uso .....	26
3.3.5. Fim de vida .....	26
4. RESULTADOS .....	26
4.1. Resultados da análise de sensibilidade .....	28
4.2. Comparação do resultado com atividades do cotidiano .....	28
5. DISCUSSÃO .....	30
5.1. Análise de produtos alternativos .....	31
5.1.1. Sacolas descartáveis x sacolas reutilizáveis .....	32
5.1.2. Sacola reutilizável de plástico 100% reciclado .....	36
6. RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÃO .....	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44
Anexo 1 - O olhar dos estudos internacionais para as sacolas reutilizáveis e suas categorias de impactos ambientais .....	47
Anexo 2 - Modelagem do ciclo de vida .....	52
Anexo 3 - Dados brutos de saída do software .....	53
Anexo 4 - Questionário para potenciais fornecedores .....	54



## GLOSSÁRIO - CONCEITOS RELACIONADOS À ACV

**Alocação** - Repartição dos impactos ambientais entre produtos resultantes de um mesmo processo.

**Análise de sensibilidade** - Alteração de variáveis que foram adotadas como premissa para o estudo a fim de entender qual o impacto dessas escolhas no resultado final.

**Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)** - Ferramenta para mensurar diversos impactos decorrentes de toda a cadeia produtiva de um produto.

**Categoria de impacto ambiental** - Classe que representa as questões ambientais relevantes às quais os resultados do estudo podem ser associados.

**Ciclo de vida** - Estágios consecutivos e encadeados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima ou de sua geração a partir de recursos naturais até a disposição final.

**Dióxido de carbono equivalente** - Unidade para comparar a intensidade de radiação de um GEE ao do dióxido de carbono. O dióxido de carbono equivalente é calculado usando-se a massa de um dado GEE multiplicada por seu PAG. Pode ser apresentado em CO<sub>2</sub>e ou CO<sub>2</sub>eq.

**Emissão biogênica** - A emissão de CO<sub>2</sub> dos biocombustíveis é chamada de emissão biogênica. Tanto os combustíveis fósseis, derivados de petróleo, quanto os biocombustíveis, são moléculas orgânicas, originárias da fotossíntese. A diferença essencial entre ambos, do ponto de vista de emissões, é que os combustíveis derivados de petróleo utilizam para a combustão o carbono das moléculas que estava estocado há centenas de milhões de anos nas jazidas petrolíferas, emitindo dióxido de carbono para a atmosfera em um ciclo de carbono bastante longo, alterando a atual composição química da atmosfera. No caso dos biocombustíveis, o ciclo de carbono é mais curto, ou seja, todo o carbono emitido para a atmosfera durante a combustão foi absorvido no início do ciclo, por meio da fotossíntese, para a produção do biocombustível. Esse comportamento é análogo em materiais orgânicos que, quando encaminhados a aterros com captura de metano, possuem a mesma característica de emitir o carbono absorvido durante seu crescimento.

**Fluxo de referência** - Quantidade de produto necessária para cumprir a função definida no escopo do estudo. Serve como base para os resultados do estudo, ou seja, todos os resultados apresentados refletem o impacto ambiental da quantidade de produto definida no fluxo de referência.

**Função** - Papel a ser desempenhado pelo produto estudado.

**Gases de Efeito Estufa (GEE)** - Componente gasoso da atmosfera que absorve e emite radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro de radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra, pela atmosfera e pelas nuvens.

**Mapa de processos** - Fluxograma contendo todos os processos considerados no ciclo de vida do produto. Também pode ser chamado de sistema de produto.

**Potencial de Aquecimento Global (PAG ou GWP)** - Fator que descreve o impacto da força radiativa de uma unidade baseada na massa de um dado GEE relativa a uma unidade de dióxido de carbono equivalente durante um dado período. A expressão em inglês também é bastante utilizada: Global Warming Potential (GWP).

**Produto** - Objeto para o qual o estudo é realizado; qualquer bem ou serviço.

**Sistema de produto** - Ver mapa de processos.

**Unidade funcional** - Quantidade de material a ser utilizado no dimensionamento de cada processo, referenciando suas entradas e saídas. Reflete as características técnicas do produto analisado.



## 1. INTRODUÇÃO

A **Iniciativa Compras Sustentáveis & Grandes Eventos**, pautada no Acordo de Financiamento de Pequena Escala entre o Ministério do Meio Ambiente, por meio de sua Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental (SAIC), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Fundação Getúlio Vargas, por meio de seu Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces), está sob o contexto do Projeto de Cooperação Técnica “Produção e Consumo Sustentáveis” (PNUMA-MMA). Firmado em 2010, o Projeto tem como objetivo central o fomento de um vigoroso e contínuo processo de ações alinhadas de produção e consumo sustentáveis, estabelecido pelo Processo de Marrakesh<sup>6</sup>, do qual o Brasil é parte atuante desde 2003.

Em 2011, o lançamento do “Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis” (PPCS), que busca responder ao compromisso brasileiro no Processo de Marrakesh, propôs uma configuração nacional mais favorável a novas possibilidades e caminhos para transformar o paradigma econômico atual por meio do incentivo de políticas, programas e ações que ampliassem as soluções para questões socioambientais, consoantes com as políticas nacionais que visam erradicação da miséria, redução de emissões de gases de efeito estufa e o desenvolvimento sustentável. Entre os 17 temas prioritários estabelecidos pelo Plano, destacam-se aqueles relacionados com a presente Iniciativa: 1) Varejo e consumo sustentáveis 2) Agenda Ambiental na Administração Pública/A3P; 3) Educação para o consumo sustentável; 4) Aumento da reciclagem de resíduos sólidos; 5) Compras públicas sustentáveis; 6) Promoção de iniciativas de produção e consumo sustentável (PCS) na construção.

O objetivo geral da **Iniciativa Compras Sustentáveis & Grandes Eventos** é capacitar agentes públicos e empresariais quanto à importância de considerar o ciclo de vida de produtos (bens e serviços) no momento das compras e contratações no contexto de grandes eventos, expandindo essa visão estratégica também para as compras cotidianas, tendo em vista o potencial de integrar atributos de sustentabilidade nas tomadas de decisão para favorecer uma economia mais verde e inclusiva.

Para subsidiar as tomadas de decisão de compras e contratações mais sustentáveis, como parte da **Etapa 1 – Diagnóstico e Pesquisas** desta Iniciativa, foram elaborados estudos sobre os potenciais impactos ambientais de aquisições em grandes eventos. Assim, o presente **Relatório (Estudo da Pegada de Carbono da Sacola Plástica)** compõe uma série de outros relatórios semelhantes que apresentam a análise de 07 produtos (bens e serviços) baseada no conceito *Life Cycle Thinking*, ou pensamento de ciclo de vida, com foco na pegada de carbono<sup>7</sup>, não sendo caracterizados como estudos de avaliação de ciclo de vida, mas como uma versão simplificada que traz suposições e dados aproximados (ACV de ‘varredura’ ou ‘triagem’) propondo uma indicação geral dos resultados esperados em um estudo completo (ICCA, 2013).

---

<sup>6</sup> Marco de programas com duração de 10 anos para apoiar iniciativas regionais e nacionais para acelerar mudanças na direção à produção e consumo sustentáveis (Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/plano-nacional/processo-de-marrakesh>>).

<sup>7</sup> A pegada de carbono é a medida da interferência humana nas Mudanças climáticas. Ela representa a produção de gases de efeito estufa (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>) durante o ciclo de vida de um produto e é informada como dióxido de carbono equivalente (kg CO<sub>2</sub>e).



Em cada estudo, caracterizado com um olhar do 'berço ao túmulo'<sup>8</sup>, foram consideradas todas as etapas do ciclo de vida do produto em questão – da aquisição de material e pré-processamento, produção, distribuição, uso, até o fim de vida. A partir de bancos de dados internacionais e estudos sobre o tema, foi aplicado o método *Greenhouse Gas Protocol: Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*<sup>9</sup> (GHG Protocol para Produtos). Para a realização dos cálculos da pegada de carbono utilizou-se o software *Umberto NXT CO<sub>2</sub>*<sup>10</sup>, ferramenta que permite a mensuração das emissões de gases do efeito estufa a partir da modelagem de um processo produtivo e seu fluxo de material e energia.

Este relatório pretende debater o resultado da pegada de carbono de uma **sacola plástica descartável**, partindo da contextualização do setor de plásticos no Brasil, ressaltando dados sobre a produção, comercialização e as variáveis integrantes ao sistema produtivo e os impactos socioambientais associados. A seção seguinte, que trata sobre 'Métodos', traz definições específicas sobre a pegada de carbono da sacola plástica descartável, informando quais as premissas assumidas para modelar os cálculos. Em 'Resultados' é apresentado o valor da pegada de carbono, bem como o modelo final do ciclo de vida com suas fases e respectivas emissões associadas; dados qualitativos e quantitativos secundários, agregados ao resultado da pegada de carbono, possibilitando uma 'Discussão' na seção seguinte a partir da observância de outras categorias de impactos socioambientais, além de 'mudanças climáticas', bem como de questões sociais relacionadas àquele ciclo de vida; aqui são apresentadas as principais opções de produtos alternativos, mais sustentáveis e disponíveis no mercado, destacando uma delas como a melhor opção do ponto de vista do desempenho ambiental e três potenciais fornecedores nacionais. Por fim, 'Recomendações e Conclusões' aportam elementos para subsidiar o olhar do comprador voltados para a inserção de atributos de sustentabilidade na aquisição.

Entende-se que a presente Iniciativa trará uma contribuição técnico-científica relevante ao País, já que atualmente poucos estudos com caráter de ACV são acessíveis para embasar tomadas de decisão de compras e contratações e, ainda, influenciar positivamente o mercado fornecedor. Frente à necessidade de expandir o arcabouço técnico brasileiro no tema, entende-se que os 07 estudos realizados são uma contribuição referencial. Para tanto, tais estudos buscarão identificar oportunidades de melhorias ambientais do ciclo de vida de um produto a partir da análise do diagnóstico de emissões de gases de efeito estufa, sem pretensões de realizar comparações entre produtos que exerçam a mesma função, pois as referências utilizadas para discutir os produtos alternativos com melhor desempenho ambiental utilizam métodos e categorias diversos para a análise. Além disso, qualquer comparação entre o desempenho ambiental de produtos deve ser feita baseada em estudos de ACV completos ou, minimamente, partindo-se do mesmo método.

---

<sup>8</sup> No que tange à análise de ciclo de vida, a expressão 'do berço ao túmulo' é comumente utilizada e significa que os impactos ambientais potenciais associados a determinado produto serão analisados nas etapas que vão da extração da matéria-prima à disposição final do produto, não considerando a reinserção deste produto a outro ciclo produtivo.

<sup>9</sup> O *GHG Protocol para Produtos* é um método que auxilia a elaboração de estudos de pegada de carbono de produtos, considerando as emissões e remoções de gases de efeito estufa (GEE) ao longo do ciclo de vida de um produto, baseia-se nas diretrizes: ISO 14040:2006, Life Cycle Assessment: Principles and Framework; ISO 14044:2006, Life Cycle Assessment: Requirements and Guidelines; Publicly Available Specification (PAS) 2050, Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services.

<sup>10</sup> <http://www.umberto.de/en/versions/umberto-nxt-co2/>



## 1.1. CONCEITOS E PARÂMETROS DA AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA

O consumo de bens e serviços (que podem ser entendidos como 'produtos') visa ao atendimento das necessidades dos seres humanos. Para exercerem suas funções, esses produtos demandam a extração, beneficiamento e transformação de matérias-primas, e devem seguir um caminho de distribuição, uso e descarte após sua vida útil. A exploração insustentável de recursos naturais para atender ao modelo de consumo posto na atualidade ainda perdura pautada na visão de curto prazo e, assim, resulta em degradações ambientais e sociais. Nesse sentido, a figura do comprador, no papel de tomador de decisão, assume uma importância para a conservação do planeta na medida em que atenta para suas necessidades essenciais e é capaz de fazer escolhas segundo critérios fundamentados no desenvolvimento sustentável.

A clareza em compreender que uma escolha de contratação invocará consequências ambientais negativas provoca no cidadão a dúvida sobre o que seria uma compra sustentável, ou ainda, um produto sustentável. Quais definições, especificações, conceitos e procedimentos balizam essa compra? Quais impactos ou externalidades devem ser priorizados para buscar formas de mitigação ou redução? Alguns produtos podem ser considerados sustentáveis por serem reciclados, recicláveis ou mais duráveis. Outros porque apresentam toxicidade reduzida ou porque o processo de produção utiliza fontes renováveis de energia. Partindo dessa linha de questionamentos, cientistas apontam a necessidade de se fazer uma comparação dos impactos ambientais<sup>11</sup> dos produtos por meio da análise de seus ciclos de vida. Portanto, a decisão do produto preferível, em termos ambientais, deverá ser para aquele que apresentar o melhor desempenho ambiental ao longo de seu ciclo de vida, com função, qualidade e nível de satisfação igual, ou melhor, se comparado com um produto convencional (BIDERMAN *et al*, 2008, p. 59).

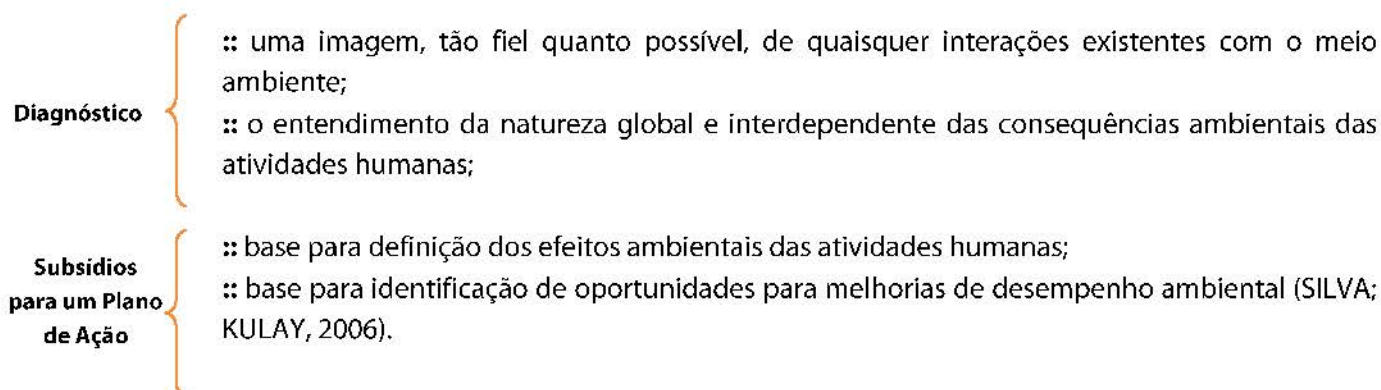
Na busca de caminhos, organizações passaram a integrar um movimento preventivo à degradação visando atender padrões que reduzissem consideravelmente a ocorrência de impactos ambientais, ligados normalmente ao seu próprio processo produtivo. Porém, a reflexão sobre a ampliação de fronteiras, em um contexto de globalização, trouxe à tona o debate sobre responsabilidades pelos impactos ambientais ao longo de toda a produção, expandindo o escopo das ações de prevenção. Insere-se, então, um olhar para o desempenho ambiental do produto enquanto este cumprir sua função, de modo a considerar os potenciais impactos para além da fase de manufatura. É provável que tenha originado aí o conceito de *Life Cycle Thinking* (LCT) – pensamento de ciclo de vida (SILVA; KULAY, 2006) - que pode ser expandido para incluir outras dimensões, como a social e a econômica, atendidas pelos métodos de custos de ciclo de vida (*Life Cycle Costing*) e de avaliação social de ciclo de vida (*Social Life Cycle Assessment*) (FINNVEDEN *et al.*, 2009).

A necessidade de um gerenciamento da relação empresa-meio ambiente suscitou a criação de ferramentas, como a **avaliação de ciclo de vida** (*Life Cycle Assessment*), que busca identificar todos os potenciais impactos ambientais advindos das atividades humanas no ciclo de vida de um produto, passando pelas etapas de obtenção da matéria-prima à disposição final.

A ideia por trás de um estudo de ACV é que todos os impactos ambientais de um produto sejam identificados para que se tomem decisões que os minimizem. Assim, estudos de ACV oferecem:

---

<sup>11</sup> Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I. a saúde, a segurança e o bem estar da população; II. as atividades sociais e econômicas; III. a biota; IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V. a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).



Para tanto, os estudos devem ser estruturados a partir da lógica apresentada a seguir (Figura 1), na qual são consideradas as entradas e saídas de matéria e energia de determinado sistema produtivo criado pelo homem:



**Figura 1: Estrutura lógica de um estudo sobre ACV**

Esse olhar sistêmico para um produto, desde a concepção até o encerramento de sua função, caracteriza um estudo de ACV como do 'berço ao túmulo, em que são consideradas, portanto, todas as etapas – aquisição de material e pré-processamento, produção, distribuição, uso, fim de vida – e identificados os impactos ambientais potencialmente associados. Um dos passos primordiais para realização de um estudo de ACV é a definição das categorias de impacto ambiental que balizarão toda a elaboração e discussão de resultados. Aquelas mais comumente utilizadas são<sup>12</sup>:

**:: Acidificação:** consiste no efeito relativo das emissões totais de gases ácidos, tais como óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio, para o ar durante o ciclo de vida de um produto, incluindo a gestão de fim de vida de resíduos. Estes gases são dissolvidos pela umidade atmosférica, retornando à superfície da terra por precipitação (chuva ácida), podendo acidificar corpos d'água e solos;

**:: Consumo de recursos naturais:** consiste no uso de recursos materiais e energéticos, tanto renováveis quanto não renováveis;

**:: Depleção da camada de ozônio:** consiste na redução da quantidade de ozônio (O<sub>3</sub>) presente na estratosfera, por reação com alguns gases (como halocarbonos: CFC11, CFC12, etc.), provocando a diminuição da capacidade que essa camada tem de filtração da radiação ultravioleta proveniente do sol.

**:: Eutrofização (ou nitrificação):** consiste no acúmulo excessivo de nitrogênio e fósforo na água em decorrência da disposição de rejeitos que contêm esses elementos, o que pode causar crescimento de algas;

<sup>12</sup> Conceitos baseados em UNEP, 2011 e ABIQUIM, 2013.



:: **Formação fotoquímica de ozônio:** consiste na formação de ozônio, um gás tóxico à respiração humana, nas camadas baixas da atmosfera por reações químicas entre óxidos de nitrogênio e alguns hidrocarbonetos leves, em presença da radiação ultravioleta solar;

:: **Mudanças climáticas:** provocadas pelo acúmulo, na atmosfera, de determinados gases (por exemplo, gás carbônico e metano) que retêm parte da radiação infravermelha refletida pela Terra, ocasionando o aumento das temperaturas médias globais;

:: **Toxicidade:** resultante da disposição de rejeitos tóxicos no meio ambiente; em geral, são consideradas em separado a toxicidade humana e a ecotoxicidade.

A proposta central do método é quantificar os impactos relacionados a uma categoria específica de impacto ambiental no ciclo de vida dos produtos: a de Mudanças Climáticas, resultantes das emissões antrópicas de gases de efeito estufa, contabilizada para produtos por meio da 'Pegada de Carbono' (*carbon footprint*), medida que quantifica as emissões diretas e indiretas associadas a todas as atividades do ciclo de vida. Ainda assim, a discussão dos estudos foi expandida a fim de considerar qualitativamente outras categorias de impactos<sup>13</sup>, associadas ao ciclo de vida, para que então fosse possível apontar sugestões de atributos que os produtos deveriam apresentar para ter um melhor desempenho socioambiental.

A decisão por essa categoria está fundamentada principalmente na ampla utilização em nível mundial como medida de referência (*carbon footprint*), que possibilita possíveis comparações analíticas e de replicabilidade do estudo. Além disso, buscou-se cumprir com as recentes Políticas Nacionais sobre Mudança do Clima e de Resíduos Sólidos, bem como com o objetivo geral do Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS)<sup>14</sup>, que consiste em integrar a iniciativa de disseminação de PCS ao esforço de enfrentamento das mudanças climáticas, além de outras frentes prioritárias para a sociedade brasileira, como o combate à pobreza, a distribuição equitativa dos benefícios do desenvolvimento, a conservação da biodiversidade e dos demais recursos naturais.

Foram considerados também para esta decisão, relatórios de grandes eventos, que frequentemente apontam as compras sustentáveis como oportunidades de mitigação de GEEs, bem como limitações de tempo e recursos disponíveis para execução de estudos completos de ACV.

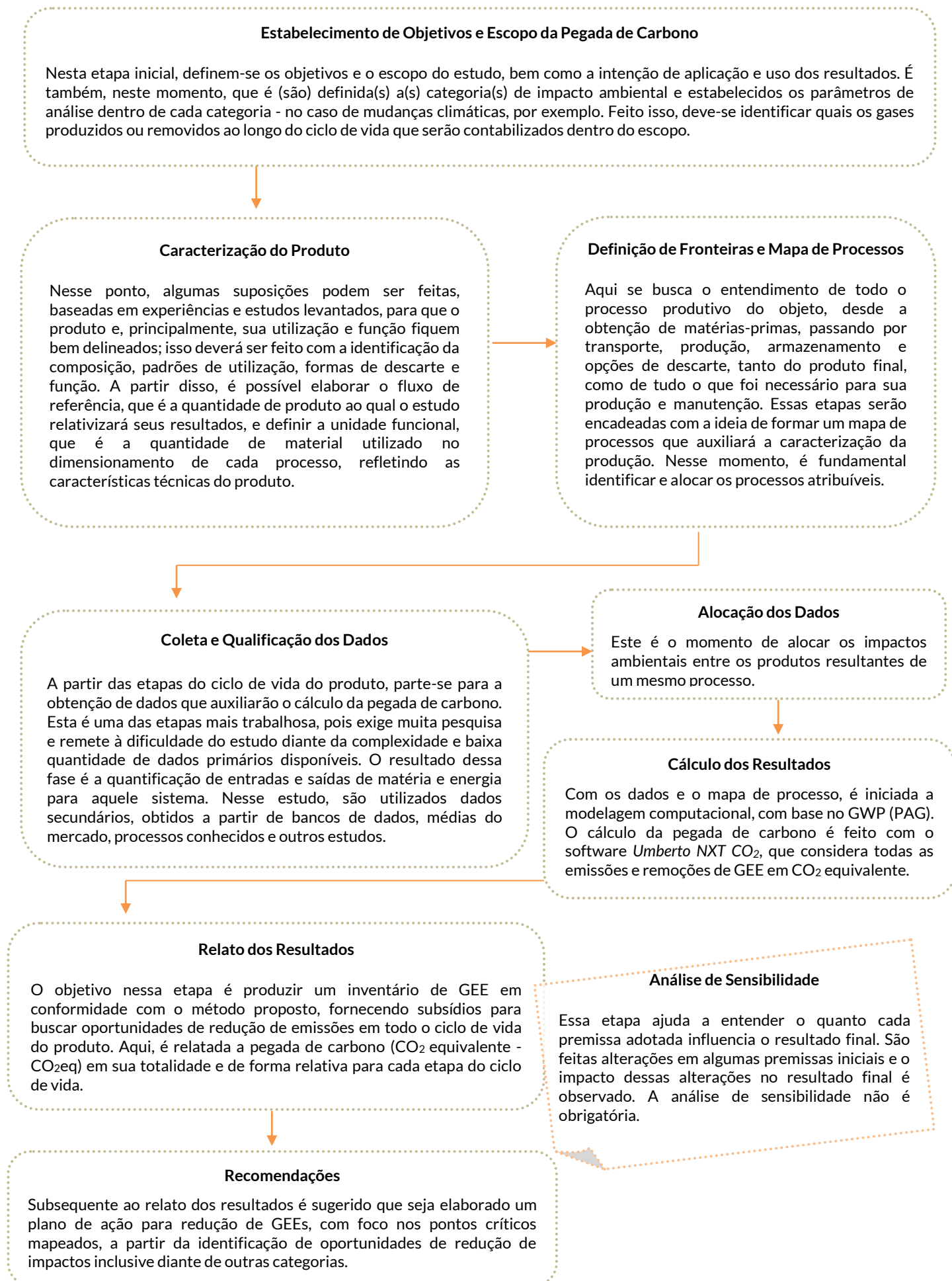
A seguir é apresentado um fluxograma (Figura 2) que retrata as etapas de execução que estruturam os sete estudos desta Iniciativa e contemplam a explicação anterior.

---

<sup>13</sup> Sempre que possível, a depender da literatura, foi considerado o maior número de categorias de impacto ambiental, trazidas pela UNEP (United Nations Environment Programme): Acidificação; Consumo de recursos naturais; Depleção da camada de ozônio; Ecotoxicidade; Eutrofização; Formação fotoquímica de ozônio; Mudanças climáticas; Perda de biodiversidade; Toxicidade humana; Uso de água; Uso da terra.

<sup>14</sup> <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/plano-nacional>

**Figura 2: Fluxograma para execução dos estudos de pegada de carbono da Iniciativa**





## 1.2. COMPRAS SUSTENTÁVEIS E A ACV NA PRÁTICA

Empresas e governos ao redor do mundo tem crescentemente fomentado o 'pensamento de ciclo de vida' em diferentes tipos de decisões, inclusive para aquelas relacionadas às contratações e compras, a fim de fornecer informações que orientem uma gestão mais sustentável e corresponsável, evitando a transferência de impactos ambientais negativos de um sistema para outro.

A ACV figura, então, como uma importante ferramenta de gestão ambiental, cada vez mais procurada, pois além de fornecer um diagnóstico, permite tanto a identificação de oportunidades de melhorias do desempenho ambiental de um produto, quanto a comparação de produtos que exerçam a mesma função – desde que sejam comparados estudos feitos com o mesmo método (SILVA; KULAY, 2006).

As aplicações da ferramenta variam, podendo ser utilizada, por exemplo, para o desenvolvimento e aprimoramento de produtos; definição e adequação de processos operacionais; planejamento estratégico; avaliação de impacto tecnológico e formulação de políticas e estratégias organizacionais. Isso reforça a importância de se definir com clareza o objetivo e escopo do estudo, pois todos os resultados de ACV envolvem algum tipo de juízo de valor; reforça também a relevância desse instrumento para os públicos que buscam uma visão sistêmica de processos por meio da evidenciação de impactos ambientais ao longo do ciclo de vida.

A quantificação de impactos contribuirá significativamente para escolha da opção mais vantajosa<sup>15</sup> para todas as partes, que deverá contemplar o custo real daquela aquisição, sob o ponto de vista socioambiental e econômico. Com isso, poderá ser potencialmente usado o poder de transformação do mercado via decisões de consumo, que deverá comunicar e incentivar os fornecedores a incorporar sustentabilidade em estratégias, processos e produtos.

**Consumo Sustentável:** “uso de bens e serviços que atendam às necessidades básicas, proporcionando uma melhor qualidade de vida, enquanto minimizam o uso de recursos naturais e materiais tóxicos, a geração de resíduos e a emissão de poluentes durante todo ciclo de vida do produto ou do serviço, de modo que não se coloque em risco as necessidades das futuras gerações”.

(PNUMA, 2004 *apud* BRASIL, 2011).

Na prática, de modo geral, consumidores, tanto institucionais quanto individuais, enfrentam desafios para a adoção de critérios de sustentabilidade e comparação entre o desempenho ambiental de produtos e seu custo-benefício, que passam pela falta de informações e de capacidade técnica para elaboração de especificações com atributos de sustentabilidade e pela ausência de investimento de tempo e recursos para contratação de um estudo de ACV (BIDERMAN *et al*, 2008).

Para as compras públicas sustentáveis, a dificuldade em comprovar e certificar a veracidade e coerência desses atributos advém do desconhecimento de onde buscar, com segurança jurídica, a indicação de critérios ambientais (BETIOL, 2013, p. 286). Nesse sentido é que aparecem ferramentas de padronização e certificação

---

<sup>15</sup> A Lei de Licitações e Contratos (n. 8666/93), que regulamenta o art. 37 da CF/88 e ordena todas as contratações públicas no Brasil, traz princípios e objetivos das contratações e aponta em seu art. 3º uma preocupação do Estado quanto à sua atuação diante da sustentabilidade, destacando que a licitação destina-se a garantir, entre outras medidas, a seleção da proposta mais vantajosa para a Administração Pública. Nesse caso, entende-se por ‘proposta mais vantajosa’ aquela que considera o custo total efetivo, que inclui os impactos sociais e ambientais (externalidades), positivos e negativos. Essa percepção evita que, mais adiante, o próprio Estado tenha que gastar dinheiro público com reparações incertas e custosas dos danos causados durante o ciclo de vida de tais produtos e/ou serviços. Trata-se de uma relação custo-benefício para a Administração Pública.



de critérios, como os rótulos ambientais, para dar subsídios a essa tomada de decisão. Questões e desafios relativos à definição e incorporação da sustentabilidade em um produto precisam ser encaminhados, mas não devem inviabilizar a implementação das contratações públicas sustentáveis, dentro dos critérios de legalidade. A proximidade dos impactos socioambientais aos limites planetários já não permite a inação. Isso requer que haja: *“de um lado, disponibilidade, bom senso, conhecimento e, máxime, sentimento cívico por parte dos responsáveis pelas especificações. Requer, de outro lado, consciência do papel do servidor público, guardião da causa e da coisa pública, cujo trabalho, em prol do bem comum, traz o sentido de servir, atender, cuidar e proteger, sem perder de vista, jamais, em suas atividades e decisões, que o que é público pertence a todos os cidadãos, pertence a toda coletividade”* (CONSELHO SUPERIOR DA JUSTIÇA DO TRABALHO, p. 7, 2012).

### 1.3. CONTEXTO DA ACV NO BRASIL

A ACV enquanto método para apoiar a introdução de atributos de sustentabilidade nas compras foi mencionada em documentos internacionais, como a Agenda 21<sup>16</sup> e a Declaração de Implementação de Johannesburgo<sup>17</sup>, dos quais o Brasil foi signatário, como uma ferramenta para a introdução de sustentabilidade no consumo e na produção. Nacionalmente, a ACV encontra suporte legal em nível federal na Lei 12.305/2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos<sup>18</sup>, bem como em normas da administração pública federal que tratam especificamente das compras públicas sustentáveis.

Contudo, há poucos estudos de ACV no Brasil, especialmente aplicados à realidade dos compradores institucionais. O Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV), aprovado pela Resolução CONMETRO n. 4/2010, que pretende avançar nessa área, reconhece que barreiras deverão ser superadas à medida que é latente a necessidade de muitas informações com qualidade, de intensa explicação e interpretação dos dados (TEIXEIRA, 2013).

A Comissão Europeia, por exemplo, afirma reconhecer a ACV como o melhor ‘quadro para avaliação de potenciais impactos ambientais de produtos’ e identifica também ‘a necessidade de melhorar a disponibilidade e qualidade de dados em todo o mundo por meio da cooperação internacional em matéria de dados e métodos de ACV’. Considerada, portanto, um elemento fundamental, a abordagem de ciclo de vida vem sendo incorporada em recentes políticas da União Europeia, que suscitou em 2005 na criação da Plataforma Europeia sobre Avaliação de Ciclo de Vida (*European Platform on Life Cycle Assessment – EPLCA*)<sup>19</sup>.

---

<sup>16</sup> A Agenda 21 é um plano formulado para ser adotado em todos os níveis de governo e por atores sociais relevantes, a partir da integração de objetivos econômicos, sociais e ambientais e para a promoção do atendimento das necessidades das presentes gerações sem o comprometimento do atendimento das necessidades das gerações futuras, segundo propõe o relatório “Nosso Futuro Comum”, formulado pela Comissão Brundtland, em 1987.

<sup>17</sup> A Declaração ou Plano de Implementação de Johannesburgo é o documento final da Conferência Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, que aconteceu em 2002 em Johannesburgo, que traz o consumo sustentável como princípio norteador do desenvolvimento sustentável e reforça a atuação do Estado como indutora de um consumo e produção sustentáveis.

<sup>18</sup> Lei n. 12.305/2010:

Art. 3º Para os efeitos desta lei entende-se por:

(...) IV - ciclo de vida do produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;

(...) Art. 7º São objetivos desta lei:

(...) XIII - estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010).

<sup>19</sup> [http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/pdf/San%20Felix\\_et\\_al\\_IJLCA-Policy\\_Corner-Author\\_Manuscript.pdf](http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/pdf/San%20Felix_et_al_IJLCA-Policy_Corner-Author_Manuscript.pdf)



Em outubro de 2013, foi lançada a Rede Empresarial Brasileira de Análise de Ciclo de Vida, proveniente de uma articulação de empresas e entidades em atividade desde 2012. A Rede pretende estabelecer ações comuns para a promoção e popularização da prática de avaliação de ciclo de vida de produtos e serviços no mercado brasileiro. Sua missão é disseminar o conceito de ACV como determinante na avaliação socioambiental de produtos e serviços, mobilizando as empresas, educando o consumidor e incentivando a elaboração de políticas públicas<sup>20</sup>.

No Brasil, a ACV é descrita e amparada em duas normas específicas da ISO:

:: ABNT NBR ISO 14.040:2009 - Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura;

:: ABNT NBR ISO 14.044:2009 - Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações.

Dado o reconhecimento da ACV como ferramenta, ela passou a ser utilizada tanto para comparações entre produtos, quanto para fins mercadológicos. Porém, ela ainda se mostra como uma grande auxiliadora na tomada de decisões, na busca de novas opções de projeto, em particular no que se refere à busca de novos materiais, formas de energia alternativas e implementação de melhorias de processo visando à minimização de perdas e à concepção de produtos menos agressivos ao meio ambiente. Inserida no contexto brasileiro, a presente Iniciativa pretende contribuir para a compreensão e disseminação da ferramenta como suporte para tomada de decisões.

#### **1.4. APLICAÇÃO DO MÉTODO**

Uma forma para inspirar a qualificação da demanda de compras é a utilização da abordagem do pensamento do ciclo de vida, a partir da ferramenta de Avaliação de Ciclo de Vida, que pode dar suporte, com informações técnicas, à tomada de decisão orientada à contratação sustentável. Assim, buscou-se entender aqui como a aplicação do método de mensuração das emissões de gases do efeito estufa para produtos pode, de fato, orientar essa decisão.

O passo inicial para elaboração dos estudos foi a delimitação de um cenário em que os produtos seriam selecionados para aplicação do método de pegada de carbono. No contexto desta Iniciativa, que está sob o recorte de grandes eventos, optou-se então pelo cenário da Copa de 2014, devido à proximidade de ocorrência do evento, que criou um espaço de possibilidades, ao permitir a identificação das reais necessidades de compras e contratações que seriam demandadas, bem como a obtenção de dados sobre quantidade de participantes, volume de compras, especificação técnica das aquisições, uso que lhe seria atribuído e existência de potenciais fornecedores para responder a essas grandes demandas. Tal escolha, por outro lado, trouxe o reconhecimento de que os resultados técnicos dos estudos de produtos que seriam utilizados em um evento que estava nas vésperas de ocorrer, poderia não influenciar a tempo os grandes compradores a fim de que se mobilizassem para a efetiva aquisição mais sustentável. Assim, ficou marcada a provocação para que os próximos eventos, bem como as compras cotidianas, possam incorporar tais resultados – devidamente adaptados.

O ponto de partida para a seleção dos 07 produtos junto aos potenciais compradores foi o atendimento total ou parcial de algumas premissas estabelecidas pelas instituições parceiras, considerando para além da relevância dos impactos socioambientais do ciclo de vida:

---

<sup>20</sup> <http://www.braskem.com.br/site.aspx/Detalhe-releases/Rede-Empresarial-Brasileira-de-Avaliacao-de-Ciclo-de-Vida-tem-evento-inaugural-no-Brasil>

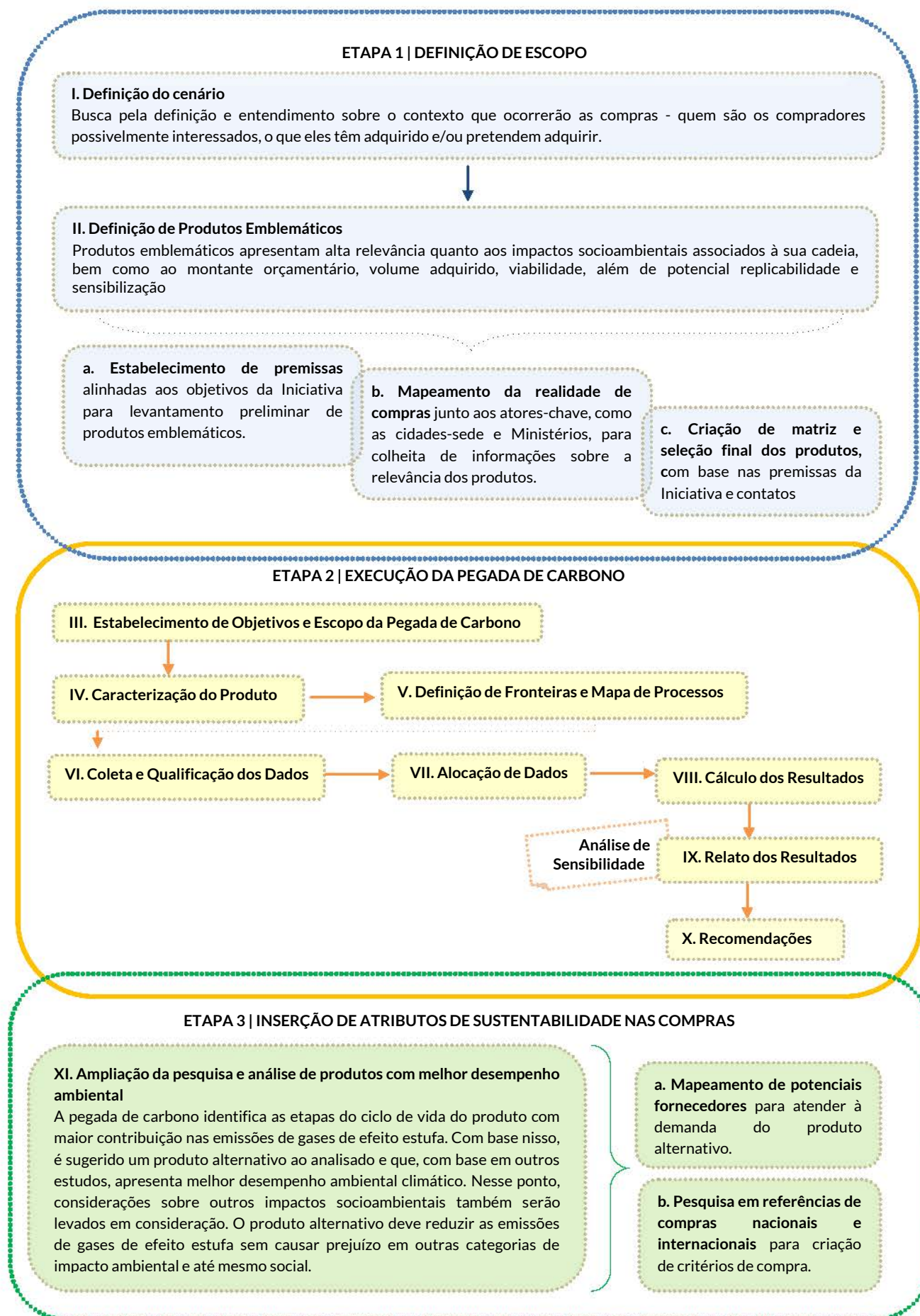
- ✓ Existência de demanda (preferencialmente alta) do produto ou serviço para a Copa;
- ✓ Potencial de replicabilidade: o produto deve ser também um item das compras cotidianas dos setores público e privado e, se possível, das compras dos cidadãos;
- ✓ Atendimento aos mandatos institucionais: o produto deve ser relevante a fim de contribuir com o atendimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, da Política Nacional de Mudanças do Clima e do PPCS;
- ✓ Sensibilização e comunicação: o produto deve apresentar capacidade de transmitir uma mensagem sobre o consumo sustentável ao público em geral;
- ✓ Origem nacional: preferência para produtos que usem matéria-prima nacional e sejam fabricados no Brasil.

Foram contatadas as cidades e estados-sede da Copa, governo federal e empresas patrocinadoras com o intuito de mapear demandas reais de aquisição, ainda que o prazo de conclusão dos estudos não fosse compatível com a realização das compras. O resultado dessa consulta foi a construção de uma matriz, que colocou os itens selecionados devido às suas demandas - camiseta de algodão, panfleto de papel, sacola plástica, mesa de MDF, desinfetante, refeição cotidiana brasileira, partida de futebol - diante das premissas, para que fosse verificado o atendimento a elas, mesmo que em níveis variados.

Em seguida, foi iniciada a aplicação do método para cada um deles e, ao final, com os resultados da pegada de carbono e análise dos impactos em mãos e após uma discussão qualitativa sobre outras categorias de impactos associadas ao ciclo de vida, foi possível apontar sugestões de atributos que os produtos deveriam apresentar para ter um melhor desempenho socioambiental.

A figura a seguir (Figura 3) apresenta a proposição de um fluxo para se chegar à tomada de decisão de compras com base no pensamento de ciclo de vida com foco na pegada de carbono, conforme aplicado nesta Iniciativa. Importante mencionar a sua capacidade de replicabilidade, desde que partindo de premissas semelhantes.

**Figura 3: Fluxo para tomada de decisão de compras com base no pensamento de ciclo de vida, aplicada à Iniciativa Compras Sustentáveis & Grandes Eventos**





## 2. CONTEXTO DO SETOR DE PLÁSTICOS

Nominação genérica para uma vasta gama de compostos sintéticos ou semissintéticos, os plásticos são parte da família dos polímeros, longas cadeias moleculares, compostos pela repetição de pequenas moléculas chamadas monômeros. Os plásticos são produzidos a partir de materiais naturais como celulose, carvão, gás natural e petróleo e podem ser considerados, atualmente, os materiais mais versáteis e presentes no dia a dia das pessoas.

Os plásticos petroquímicos são provenientes da nafta que é um derivado do petróleo. De acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o mercado brasileiro de nafta é bastante dependente de importações. Após 2009, com o aumento da pressão sobre a demanda por gasolina decorrente da redução na oferta de etanol, houve diminuição na produção da mesma (ANP, 2013), o que resultou, em 2012, que 48% da nafta utilizada no País fosse proveniente de importações. Ainda de acordo com a Agência, o grande destino das importações de nafta é o setor petroquímico, que absorve mais de 98%, sendo Braskem e Petrobras as empresas responsáveis por quase todo o consumo - 51,12% e 46,56% do volume total, respectivamente. Também é apontado que, apesar do crescimento do PIB, a demanda por nafta tem diminuído. Isso é justificado pela substituição da nafta por gás natural e etanol e pela importação de transformados plásticos.

É importante notar que a indústria de transformados plásticos está diretamente ligada à indústria de combustíveis. Tanto o plástico tradicional, proveniente do petróleo ou gás natural, quanto o plástico verde, produzido a partir do etanol (cana-de-açúcar), estão sujeitos às oscilações decorrentes do mercado energético fazendo com que sua utilização seja pautada majoritariamente no contexto político-econômico, por vezes, em detrimento das questões ambientais.

Incomparável à produção chinesa e europeia, que beiraram respectivamente os 23 e 20% em 2011, o Brasil representou 2% da produção mundial de plásticos e o setor de transformados plásticos atingiu o faturamento de R\$ 56,49 bilhões em 2012 (ABIPLAST, 2012), o que equivale a uma participação superior a 1% do PIB brasileiro do mesmo ano, que foi de R\$ 4,403 trilhões (IBGE, 2012). Esses dados da Associação Brasileira da Indústria do Plástico demonstram a relevância financeira de um setor que passa despercebido no cotidiano brasileiro, mas que está presente nas indústrias de alimento, infraestrutura, higiene e limpeza, automotiva, de bens de consumo, construção civil, química e agroquímica, agrícola, cosméticos, eletrônicos, varejo, entre outros. Dentre estes, os maiores consumidores são construção civil (16%), alimentos e bebidas (16%) e automóveis e autopeças (15%) (ABIPLAST, 2012).

Apesar de demonstrar ampla participação e diversidade no uso, o setor não produz todo material que consome e, portanto, não é autossuficiente. Em 2012, o volume financeiro de importação de plásticos processados foi 2,8 vezes superior ao volume de exportação (AliceWeb<sup>21</sup>), um déficit histórico, que chegou a atingir um valor negativo de 20% entre importações e exportações, no período de 2011 a 2012. Em linhas gerais, a principal justificativa para tal necessidade esbarra no crescente consumo global desse material – estimado em 9% ao ano – que está previsto para atingir de 32 kg *per capita* na América Latina, tendo o consumo mundial atingido a média de 45 kg e incríveis 139 kg *per capita* na América do Norte (PLASTICSEUROPE, 2009); o consumo é acompanhado pela elevação da geração de resíduos, que foi de 383,2 kg por habitante em 2012, sendo 13,5% desse montante a parcela de plásticos coletados (ABRELPE, 2012).

---

<sup>21</sup> O sistema AliceWeb é o Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior da Secretaria de Comércio Exterior, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e pode ser acessado em: <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>.



Para além da produtividade do setor, há um ponto de atenção no ciclo de vida desse material, que é agravado com esse aumento do consumo, referente aos impactos ambientais da extração de matéria-prima não renovável e das formas de descarte usualmente adotadas no Brasil. Tanto a extração quanto a produção têm impactos diretos no ecossistema marinho, o que torna fundamental a existência de instrumentos de controle e mitigação específicos para essa atividade. Além dos conhecidos vazamentos nos petroleiros e terminais de petróleo, é possível que ocorra alteração da qualidade da água e contaminação de sedimentos marítimos, modificações em rotas de migração e período reprodutivo de espécies marinhas, em áreas coralíneas, manguezais e impactos socioeconômicos relacionados a interferências na atividade pesqueira, devido à redução temporária da pesca, contaminação do fundo do mar por fluídos tóxicos de perfuração, deposição de cascalho e vazamentos subaquáticos. Há ainda impactos decorrentes da movimentação e possível aquecimento da economia local que pode causar mudanças sistêmicas na comunidade, bem como uma eventual dependência à nova atividade instalada (MMA<sup>22</sup>).

Na ponta oposta do ciclo de vida, na etapa de pós-consumo de produtos plásticos, tem-se o preocupante dado de que em 2011 apenas 21,7% do resíduo plástico gerado foi reciclado e houve pouca variação desse valor nos três anos anteriores. Indicadores demonstram que o polietileno, resina utilizada em sacolas plásticas, o qual representou 39% do volume total consumido no Brasil em 2012, possui índices de reciclagem entre 60% (polietileno de alta densidade - PEAD) e 72% (polietileno de baixa densidade - PEBD), sendo o politereftalato de etileno (PET) líder em reciclagem dessa categoria, com 93% de seus resíduos reciclados em 2010 (ABIPLAST, 2012).

O estabelecimento de uma rede de reciclagem está diretamente relacionado à absorção e aceitação do material pela indústria, sua reciclabilidade, seu preço no mercado de sucata (viabilidade econômica), bem como com a estruturação de um sistema amplo e eficiente de descarte e coleta, que permita a reintegração no ciclo. Contudo, ainda que condições externas favoreçam que as engrenagens de um sistema de reciclagem de plásticos funcionem, há uma mudança paradigmática que se faz necessária, em que não apenas modelos de produção serão revistos, como também, modelos de consumo – com destaque para o caso das sacolas descartáveis – que precisam superar a errônea percepção de abundância do plástico e o reducionismo da problemática ambiental inerente ao setor. De acordo com a campanha “Saco é um saco” realizada pelo Ministério do Meio Ambiente, são distribuídas, no mundo, de 500 bilhões a 1 trilhão de sacolas plásticas por ano. No Brasil, esse número é da ordem de 41 milhões de sacolas plásticas por dia atingindo 15 bilhões por ano (Brasil, 2011).

Há que se reconhecer os benefícios e avanços possibilitados até então por materiais plásticos e, com esse mesmo olhar evolutivo, é importante que sejam encaminhadas adequações e melhorias socioambientais de processos produtivos e, ao mesmo tempo, que sejam consideradas as oportunidades para favorecer – com muita veemência – a implementação da ordem de prioridades para gestão de resíduos sólidos, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), que estabelece a *redução* como passo primordial.

---

<sup>22</sup> Informações disponíveis no site do Ministério do Meio Ambiente: < <http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/portal-nacional-de-licenciamento-ambiental/licenciamento-ambiental/atualidades-empreendimentos/item/8324> >. Acesso em: 05 mai. 2014.



### 3. DESCRIÇÃO DO MÉTODO

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO


Neste estudo será apresentada a pegada de carbono de uma sacola plástica descartável, que teve sua distribuição prevista em lojas do comércio temporário durante a Copa do Mundo 2014, a fim de permitir o transporte de bens de consumo adquiridos no local. A motivação inicial para seleção deste produto, além de sua relevância em termos de impactos socioambientais e volume de compras, foi a potencial demanda do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) quanto à aquisição de sacolas que possibilitassem a distribuição dos produtos vendidos nos quiosques da campanha Brasil Orgânico e Sustentável<sup>23</sup> nos dias do evento.

A sacola considerada neste estudo é descartável<sup>24</sup>, feita de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)<sup>25</sup> e sua massa é de 8,17 gramas; é do tipo camiseta (sacola provida de sanfona lateral, com recorte na boca, de modo a formar as alças), como definido pela norma ABNT NBR 14937. Informações sobre cor, estampas e embalagem não são contempladas.

Para a elaboração da pegada de carbono, foram consideradas todas as etapas do ciclo de vida do produto, do “berço ao túmulo”, conforme proposto pelo método *GHG Protocol para Produtos* (WRI, 2011). Quais sejam: aquisição de material e pré-processamento, produção, distribuição, uso e fim de vida.

A Tabela 1 a seguir busca resumir as premissas e delimitações do estudo para a sacola plástica descartável, detalhadas nos próximos itens.

**Tabela 1: Resumo das principais premissas adotadas**

Produto	Premissas
 1 sacola plástica descartável, tipo camiseta (conforme ABNT NBR 14937)	<p><b>Características:</b> Sacola plástica descartável de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), tipo camiseta, massa de 8,17 gramas, capacidade para 19,1 litros ou 6 kg.</p> <p><b>Função:</b> Servir para transportar, uma única vez, os produtos adquiridos em quiosques de comércio da Copa 2014.</p> <p><b>Aquisição de materiais e pré-processamento:</b> Obtenção do polietileno (extração do petróleo ou gás natural; refino (nafta), produção de etileno, polimerização)   Obtenção do calcário (mineração)   Deslocamento rodoviário das indústrias desses materiais até o fabricante da sacola plástica (25 km).</p> <p><b>Produção:</b> Transformação (extrusão de balão do polímero)   Corte   Solda (consumo energético do maquinário elétrico).</p> <p><b>Distribuição e armazenamento:</b> Transporte rodoviário do polo industrial (Estado de São Paulo) para as 12 cidades-sede.</p> <p><b>Uso:</b> Uso único - a sacola exercerá sua função uma vez e será descartada em seguida - sem emissões.</p>

<sup>23</sup> Tendo como principal objetivo a comercialização de produtos orgânicos e sustentáveis da agricultura familiar brasileira, os quais poderão ser comercializados nos megaeventos esportivos no Brasil, essa campanha é uma iniciativa do Governo Federal por meio dos ministérios do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), do Desenvolvimento Agrário (MDA) e do Esporte (ME) em parceria com a Agência de Cooperação Alemã (GIZ), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Associação Brasil Orgânico e Sustentável (Abrasos). Informação disponível em: <<http://goo.gl/LTKtgC>> Acesso em: 20 abr. 2014.

<sup>24</sup> Assumiu-se neste estudo que um produto descartável é aquele de uso único e descarte imediato após cumprimento de sua função.

<sup>25</sup> No Brasil, o tipo de plástico mais utilizado na fabricação de sacolas plásticas descartáveis é o PEAD.

**Fim da vida:** Deslocamento rodoviário até aterro sanitário (distância média percorrida: 50 km e aterro com sistema de captura e queima do gás metano) | Decomposição da sacola plástica.

Não são consideradas informações sobre:

- ✓ Tingimento da sacola
- ✓ Impressão de estampas ou qualquer arte na sacola
- ✓ Emissões de gases associadas ao deslocamento das pessoas envolvidas no processo
- ✓ Embalagem para as sacolas produzidas

### 3.2. FLUXO DE REFERÊNCIA, FUNÇÃO E UNIDADE FUNCIONAL

O fluxo de referência definido é uma sacola, o que significa que todos os resultados apresentados refletem o impacto ambiental relacionado às mudanças climáticas de uma unidade de sacola plástica descartável, que tem como principal função servir para transportar, uma única vez, os produtos adquiridos em quiosques de comércio da Copa 2014. Cabe ressaltar que em estudos de avaliação de ciclo de vida (ACV) é fundamental que a função seja mantida a mesma para a realização da análise dos produtos alternativos.

A unidade funcional reflete as características técnicas do produto analisado, o qual é do tipo descartável, informação fundamental que pautou a definição de que o mesmo terá uso único antes do descarte.

O método *GHG Protocol para Produtos* divide o ciclo de vida do produto em cinco etapas e possui um padrão de cores para cada uma delas, conforme apresentado na Tabela 2. Ao longo do presente estudo foi mantida a mesma relação de cores para as respectivas etapas a fim de criar uma identidade e facilitar a compreensão dos resultados.

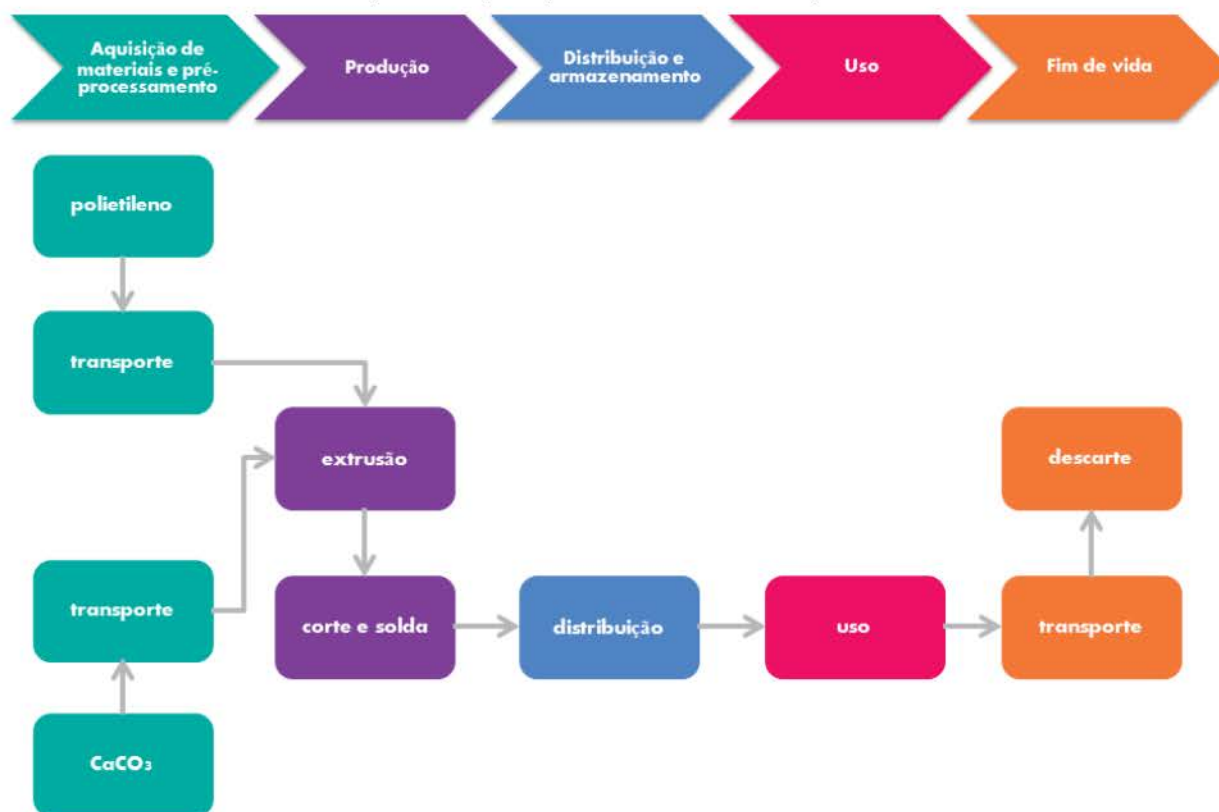
**Tabela 2: As cinco etapas do ciclo de vida da sacola plástica descartável e os respectivos processos**

Cor	Etapas	Processos considerados
	<b>Aquisição de materiais e pré-processamento</b>	Obtenção do polietileno (extração do petróleo; refino (nafta), produção de etileno, polimerização)   Obtenção do calcário (mineração)   Deslocamento rodoviário das indústrias desses materiais até o fabricante da sacola plástica (25 km).
	<b>Produção</b>	Transformação (extrusão de balão do polímero)   Corte   Solda (consumo energético do maquinário elétrico).
	<b>Distribuição e armazenamento</b>	Deslocamento do polo industrial até as 12 cidades-sede.
	<b>Uso</b>	Uso único, sem emissões.
	<b>Fim de vida</b>	Descarte (liberação do carbono de volta para a atmosfera na forma de CO <sub>2</sub> ).

O mapa de processos<sup>26</sup> da sacola plástica apresenta, no formato de um fluxograma, as etapas e respectivos processos do ciclo de vida do produto, conforme a Figura 4:

<sup>26</sup> Também chamado de *sistema de produto*.

Figura 4: Mapa de processos de uma sacola plástica



### 3.3. COLETA DE DADOS

Os dados aqui utilizados são secundários, ou seja, não foram levantados diretamente com fabricantes ou fornecedores, mas obtidos a partir de literatura pertinente, conforme definido previamente na metodologia do estudo. Diversos estudos publicados ao redor do mundo foram utilizados, além do banco de dados *ecoinvent*<sup>27</sup>, que é referência no setor de inventários de ciclo de vida.

#### 3.3.1. Aquisição de materiais e pré-processamento

As emissões referentes ao processo de fabricação do PEAD e do calcário ( $\text{CaCO}_3$ ) foram obtidas do banco de dados *ecoinvent*. Os dados são apresentados na Tabela 3:

Tabela 3: Emissão de gases de efeito estufa decorrente da produção dos materiais utilizados

Material	Nome do processo do <i>ecoinvent</i>	Emissão (kg $\text{CO}_2\text{eq}$ / kg material)
PEAD	"polyethylene, HDPE, granulate, at plant [RER]"	1,95
Calcário	"limestone, milled, loose, at plant [CH]"	0,01

<sup>27</sup> O banco de dados *ecoinvent* não é gratuito e tais informações só podem ser acessadas mediante a compra da versão escolhida ou de algum software que possua o banco integrado. No presente estudo, o *ecoinvent* foi acessado dentro do software *Umberto*. Mais informações podem ser obtidas em: <http://www.ecoinvent.ch/>



Para calcular as emissões referentes ao transporte, foi preciso definir o local de fabricação das sacolas plásticas. Para isso, buscaram-se indústrias que possuem a certificação ABNT NBR 14937:2010<sup>28</sup>, a qual estabelece os requisitos mínimos e métodos de ensaio para fabricação de sacolas plásticas tipo camiseta. Foram encontrados 8 fabricantes, conforme informações do Instituto Nacional do Plástico<sup>29</sup> apresentadas na Tabela 4, estando a maioria instalada no Estado de São Paulo, localidade então definida para este estudo.

**Tabela 4: Fabricantes brasileiros de sacolas plásticas certificadas pela norma ABNT NBR 14937:2010**

Empresa	Estado
ATP Indústria e Comércio de Plásticos Ltda	SP
Lema Embalagens Ltda.	RS
Extrusa Beneficiamento de Plásticos Ltda	SP
Hiper-Roll Embalagens Ltda	MG
LF Plásticos Ltda	GO
Poliprint Ind e Com de Embalagens Plásticas Ltda	SP
Val-Bags Indústria e Comércio de Plásticos Ltda	MG
Zivalplast Indústria e Comércio de Plásticos Ltda	PR

De acordo com Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 2006), duas empresas fabricam calcário no Estado de São Paulo; uma delas localizada em Bom Sucesso de Itararé e outra em Araçariguama. Com essa informação, no modelo aqui elaborado, a distância adotada para o deslocamento rodoviário da empresa de matéria-prima para o fabricante, foi a média entre os municípios citados e o Município de São Paulo, resultando em 215 km.

A Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUM) oferece uma ferramenta de busca em seu site<sup>30</sup> que permite encontrar os fabricantes de qualquer produto químico de uso industrial produzido no Brasil. No caso do PEAD, observou-se que a Braskem é o único fabricante desse produto no País. Dentre suas 29 unidades industriais, distribuídas no território brasileiro, a unidade mais próxima do Município de São Paulo que fabrica polietileno está em Santo André. Dessa forma, é considerada a distância de 25 km para transportar o polímero da Braskem até o fabricante da sacola plástica.

No modelo proposto, tanto o transporte do PEAD quanto do calcário são realizados pelo modal rodoviário, utilizando-se caminhão com capacidade acima de 16 toneladas.

### 3.3.2. Produção

A primeira parte da etapa de produção é a extrusão do polímero, processo em que o polietileno e o calcário são unidos para produzir uma fita plástica que posteriormente passará pelo processo de corte e solda,

<sup>28</sup> Esta Norma estabelece os requisitos mínimos e métodos de ensaio para fabricação de sacolas plásticas tipo camiseta, destinadas ao transporte de produtos distribuídos no varejo. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=58406>>. Acesso em: 19 fev. 2014.

<sup>29</sup> INP - Instituto Nacional do Plástico. Programa de Qualidade e Consumo Responsável de Sacolas Plásticas. Disponível em: <[http://www.inp.org.br/pt/news\\_026.asp](http://www.inp.org.br/pt/news_026.asp)>. Acesso em: 19 fev. 2014.

<sup>30</sup> [http://canais.abiquim.org.br/braz\\_new/](http://canais.abiquim.org.br/braz_new/)



transformando-se em sacolas - a proporção entre o polímero e o calcário baseia-se no estudo de Edwards e Parker (2012), apresentado na Tabela 5.

Segundo Barbosa (2013), o processo de extrusão é o grande responsável pelo consumo energético na etapa de produção, ao passo que a proporção é de 9:1 (extrusão:corte e solda), adotada no presente estudo.

**Tabela 5: Entrada e saída de materiais e energia no processo de fabricação de uma sacola plástica**

Entradas e saídas		Quantidade	Unidade
Materiais de Entrada	PEAD	8,154	gramas
	Calcário	0,429	gramas
Materiais de Saída	1 sacola PEAD convencional	8,170	gramas
	Resíduos (reciclados no próprio processo)	0,413	gramas
Energia	Elettricidade	0,0062	kWh

### 3.3.3. Distribuição e armazenamento

Na etapa de distribuição considera-se que as sacolas serão transportadas do Município de São Paulo, local de produção, até as 12 cidades-sede da Copa 2014. Para estimar essa distância foi utilizado o *Google Maps*<sup>31</sup> e calculada a média aritmética entre os 12 valores para obter uma distância de referência, conforme apresentado na Tabela 6. Optou-se pelo transporte rodoviário como modal de transporte, porém, utilizando caminhão com capacidade de 7,5 a 16 toneladas.

**Tabela 6: Distância entre a cidade de São Paulo (SP) e cada uma das cidades-sede da Copa 2014**

Cidade-sede	Distância (km)
Belo Horizonte (MG)	584
Brasília (DF)	1.006
Cuiabá (MT)	1.530
Curitiba (PR)	407
Fortaleza (CE)	2.969
Manaus (AM)	3.876
Natal (RN)	2.912
Porto Alegre (RS)	1.143
Recife (PE)	2.648
Rio de Janeiro (RJ)	430
Salvador (BA)	1.978
São Paulo (SP)	15
<b>Média</b>	<b>1.625</b>

<sup>31</sup> <https://maps.google.com.br>



### 3.3.4. Uso

A etapa de uso não apresenta emissão de gases de efeito estufa.

### 3.3.5. Fim de vida

Considerando o uso único da sacola de plástico para o transporte de produtos, ressalta-se que não foram contempladas outras possíveis funções do produto, como para armazenamento ou depósito de resíduos domiciliares, uma vez que estas poderiam abrir uma vasta gama de cenários de fim de vida.

Segundo Dilli (2007), apenas 5% das sacolas plásticas são destinadas à reciclagem após o uso, o que levou ao presente estudo considerar o aterro sanitário como destino final da sacola após o uso. A distância da residência até o aterro não pode ser contabilizada com precisão; por isso, adotou-se a distância de 50 km para estimar as emissões desse deslocamento. O valor foi obtido a partir da média aritmética da distância entre o centro de três municípios-sede utilizados como base (São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte) e seus respectivos aterros sanitários - apesar da predominância de lixões e aterros controlados no Brasil, o cenário adotado neste estudo considerou a forma ambientalmente adequada para a disposição final do produto, bem como a determinação advinda da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010).

Acrescenta-se que ainda que a sacola plástica possa ser vista como um resíduo sólido e não rejeito, conforme apontado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010)<sup>32</sup>, após o cumprimento de sua função, não houve diferenciação conceitual nesse estudo.

No aterro, tem-se o início do processo de decomposição do plástico que pode levar muitos anos – diversas fontes indicam números superiores a 400 anos. Porém, como o método para calcular a pegada de carbono sugere que a análise seja realizada dentro de um horizonte temporal de 100 anos, foi possível considerar que o plástico será parcialmente degradado dentro desse período. A forma de degradação, por sua vez, depende da presença de oxigênio, podendo ser aeróbia (com oxigênio e consequente liberação na forma de CO<sub>2</sub>) ou anaeróbica (sem oxigênio e consequente devolução do carbono à atmosfera na forma de CH<sub>4</sub>).

## 4. RESULTADOS

O ciclo de vida da sacola plástica descartável foi modelado com o auxílio do software *Umberto*. Como pode ser observado na Figura 5, a etapa de aquisição de materiais e pré-processamento é a que possui maior emissão de GEE no ciclo de vida da sacola.

---

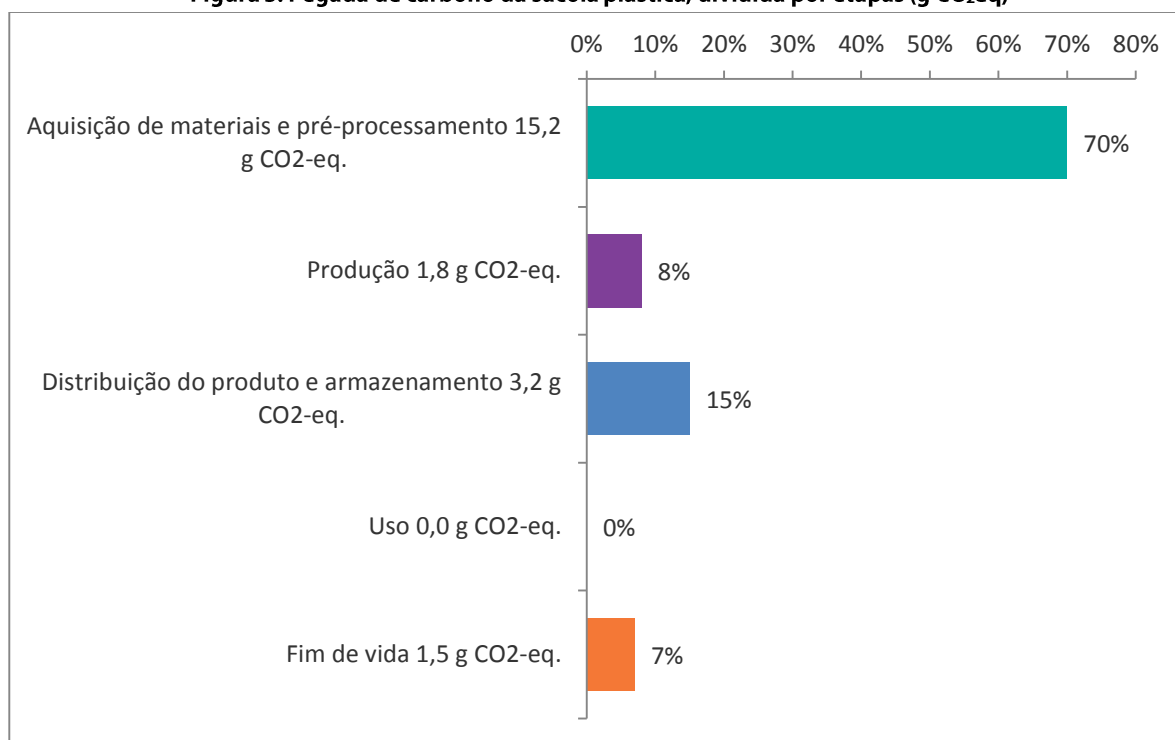
<sup>32</sup> A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) diferencia os termos 'resíduos' e 'rejeitos':

Art 3º (...)

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>

**Figura 5: Pegada de carbono da sacola plástica, dividida por etapas (g CO<sub>2</sub>eq)**



Para entender melhor a contribuição de cada etapa na pegada de carbono da sacola, é possível analisar cada processo do ciclo de vida, conforme Tabela 7 a seguir:

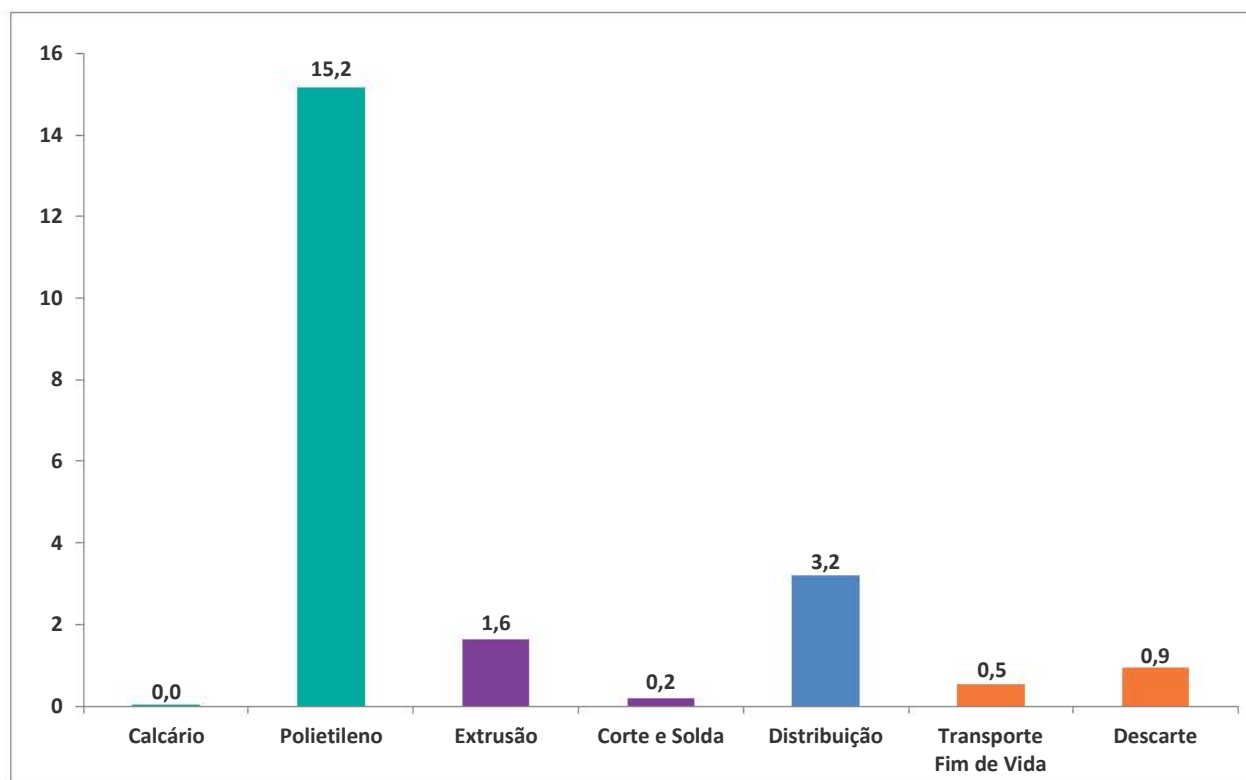
**Tabela 7: Análise das emissões nos processos do ciclo de vida da sacola plástica**

Cor	Etapas	Análise
	<b>Aquisição de materiais e pré-processamento</b>	O processo produtivo do PEAD é aquele que mais contribui para as emissões dessa etapa, devido à obtenção de polietileno, que consiste na extração do petróleo ou gás natural; refino (produção da nafta); produção de etileno e polimerização.
	<b>Produção</b>	A etapa de produção apresenta baixa emissão, principalmente porque a matriz elétrica brasileira possui um fator de emissão menor do que a média global; em localidades com matrizes mais carbono-intensivas, essa etapa apresentaria maiores emissões.
	<b>Distribuição e armazenamento</b>	Todo impacto desta etapa é devido ao uso de combustíveis fósseis, principalmente o óleo diesel, no transporte rodoviário nacional; é a segunda etapa mais impactante no ciclo de vida.
	<b>Uso</b>	A fase de uso não apresenta impacto, visto que não há emissões provenientes da utilização da sacola plástica para o transporte de produtos.
	<b>Fim de vida</b>	Há impacto devido ao transporte do material das residências até o aterro sanitário, contudo a decomposição do plástico no aterro representa a maior emissão do fim de vida.

A Figura 6 apresenta as emissões de GEE de cada processo considerado no ciclo de vida. Como pode ser observado, a fabricação do polietileno é o processo que possui maior emissão, seguido pela distribuição das sacolas plásticas.



**Figura 6: Emissão de GEE de cada processo considerado no ciclo de vida da sacola (em g CO<sub>2</sub>eq)**



A soma das emissões de todas as etapas resulta na pegada de carbono da sacola plástica descartável: 21,6 g de CO<sub>2</sub>eq, conforme a Figura 7, gerada pelo software *Umberto*.

**Figura 7: Pegada de carbono de uma sacola plástica**



#### 4.1. RESULTADOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Não foi necessária a realização da análise de sensibilidade no estudo.



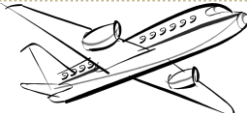
#### 4.2. COMPARAÇÃO DO RESULTADO COM ATIVIDADES DO COTIDIANO

Segundo o modelo adotado no estudo, a pegada de carbono de uma sacola é de 21,6 g CO<sub>2</sub>eq. Partindo-se de uma possível quantidade requerida para atender à magnitude de um megaevento, expandindo a quantidade inicial de 30 mil sacolas para outras tendas e comércios da Copa 2014, foi estimado que, de acordo com a capacidade máxima dos estádios e o número de partidas de futebol em cada cidade-sede, cerca de 3.600.000 pessoas comparecerão aos jogos. Então, assumiu-se que 20% dessas pessoas comprarão produtos e receberão sacolas plásticas descartáveis, totalizando 720.000 sacolas distribuídas, o equivalente a 15,5



toneladas de CO<sub>2</sub>eq. Para entender melhor a ordem de grandeza dessa emissão, esse valor foi comparado com algumas atividades do cotidiano, conforme apresentado na Tabela 8.

**Tabela 8: Comparação da pegada de carbono de 720 mil sacolas plásticas descartáveis com outras atividades<sup>33</sup>**

720.000 sacolas plásticas descartáveis	
	Automóvel a gasolina, com consumo médio de 12,3 km/litro, percorrendo 80.500 km, ou seja, 2 voltas na Terra.
	Televisão LCD 32 polegadas ligada durante 2.200.000 horas, ou seja, 247 anos.
	Um passageiro fazendo 3 voos de ida e volta de São Paulo para o Japão, e um voo de ida, num total de 7 trechos voados.

<sup>33</sup> Todos os cálculos utilizam como base a ferramenta do Programa Brasileiro GHG Protocol. Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br>>. Acesso em: 28 nov. 2013.



## 5. DISCUSSÃO

A pegada de carbono calculada no presente estudo apresenta um olhar aprofundado para as mudanças climáticas e deixa claro que no ciclo de vida de uma sacola plástica descartável a etapa de aquisição de materiais e pré-processamento, em decorrência da obtenção do polietileno proveniente do petróleo ou do gás natural, é a que mais emite gases de efeito estufa e, portanto, é o ponto de atenção para as tomadas de decisão e encaminhamento de ações para mitigação. Aqui, é preciso ter um olhar atento também à categoria consumo de recursos naturais, pois se trata da utilização de um recurso - petróleo ou gás natural - não renovável e finito.

A obtenção do calcário, nessa mesma etapa, apresenta pegada de carbono irrelevante em comparação ao todo, situação que se estende para as outras categorias de impacto ambiental, que não são citadas como relevantes em estudos semelhantes a este (REINO UNIDO, 2011). Contudo, cabe atentar-se para utilização deste material pela finitude das fontes minerais que o provêm.

Representando 8% da pegada de carbono, a etapa de produção da sacola tem suas emissões atreladas ao consumo energético para aquecimento do material, que ocorre a temperaturas muito elevadas, para posterior fundição e moldagem no formato desejado. Há uma hipótese para o setor no Brasil, composto majoritariamente por pequenas empresas fabricantes de sacolas plásticas descartáveis (ABIPLAST, 2012), de que a eletricidade vem da rede elétrica, resultando em elevadas taxas de consumo (não foram identificadas pela equipe técnica soluções difundidas para autogeração de energia nessas empresas, nem tampouco alternativas para reduzir a necessidade calorífica do processo). A reutilização dos resíduos gerados nos processos de fabricação do plástico, chega a quase 100% (MAGRINI *et al*, 2012), demonstrando baixo impacto no que tange aos resíduos industriais sólidos.

Com a segunda maior porcentagem da pegada de carbono, a etapa de distribuição e armazenamento também merece atenção, especialmente no que tange à localidade e distância entre fabricantes e distribuidores, que no geral é percorrida em rodovias, valendo sempre a preferência pela opção da cadeia produtiva local, a fim de reduzir tais distâncias e, consequentemente, as emissões – esse argumento vale para todos os deslocamentos rodoviários relatados no ciclo de vida.

Os resultados apresentados não demonstram relevância do ponto de vista dos impactos ambientais para a etapa de uso, a qual muitas vezes não é citada em estudos completos de ACV<sup>34</sup>, pelo fato de não haver impactos ambientais associados ao cumprimento da função do produto no período entre a aquisição pelo usuário e o descarte.

É possível que ao pensar no uso, resvale a percepção de que é esta etapa a responsável pela intensificação daqueles impactos relacionados ao alto consumo das sacolas, o qual na verdade, é determinado em um momento prévio ao ciclo de vida, na concepção do produto (definição da função, *design*, materiais, etc.), especialmente quanto à sua descartabilidade. É, portanto, a função que determinará quanto o consumo e o descarte da sacola plástica poderão influenciar a ocorrência dos impactos socioambientais ao longo das etapas do ciclo de vida; quanto maior a descartabilidade do material e/ou seu nível de obsolescência, provavelmente, maiores serão os impactos.

---

<sup>34</sup> Exemplos de estudos de ACV completo, que não citam a etapa de uso na apresentação de seus resultados, são: Reino Unido (2011) e Dilli (2007). Alguns autores, como Greene (2011), ao discutirem a reutilização de sacolas consideram a limpeza da sacola como premissa para levantamento de impactos da etapa de uso.



Conforme os resultados, o fim de vida é responsável por 7% das emissões de GEE, provenientes principalmente da decomposição parcial do material em aterro sanitário. Do ponto de vista de mudanças climáticas, quantificada no presente estudo, a decomposição em um longo período de tempo pode ser considerada benéfica, pois o carbono contido no plástico ficará armazenado durante séculos no aterro. Contudo, essa é uma leitura unidimensional da etapa, sendo fundamental integrar a esse olhar as demais categorias de impacto ambiental – inclusive considerando cenários de descarte inadequado. Chama muito a atenção aqui, o volume de resíduos plásticos gerados, um indicador visível a todos, que eleva a pegada ambiental das sacolas no seu fim de vida.

O extenso tempo requerido para decomposição do plástico em seu fim de vida – em média 400 anos – apontado em diversas argumentações como o principal impacto ambiental da sacola plástica é, na verdade, uma característica do material. O longo período de decomposição afeta a categoria de impacto ambiental de uso da terra, ao passo que o espaço nos aterros sanitários será ocupado por centenas de anos, reduzindo a vida útil dos mesmos - o acelerado esgotamento dos aterros provocará a necessidade de novos espaços e, no médio prazo, um provável aumento da distância percorrida pelos caminhões para transportar os resíduos até o destino final; afeta também os níveis de compostagem e estabilização biológica (SPINACÉ; DE PAOLI, 2005). A busca pela minimização desses impactos não reside na aceleração da degradação, mas na necessidade de disciplinar e controlar o consumo e descarte dos resíduos. Para isso, a reciclagem mecânica de polímeros tem sido ressaltada como um caminho possível de redução do volume em aterros e tem sido estimulada em políticas públicas.

O descarte e as destinações ambientalmente inadequados ainda são frequentes no Brasil, fazendo com que grandes volumes de resíduos cheguem a cursos d'água e outros ecossistemas, resultando em uma infinidade de impactos à fauna, flora, saúde humana e infraestruturas urbanas. Nesse sentido, é possível citar a perda de biodiversidade, eco toxicidade e uso da terra como categorias de impacto ambiental da etapa final.

Vale lembrar que a pegada de carbono representa apenas uma parcela dos impactos ambientais decorrentes do ciclo de vida, proporcionando um diagnóstico inicial. Por este motivo, há necessidade de uma análise mais completa que considere outras categorias de impactos significativos da sacola plástica descartável para o contexto brasileiro, a fim de obter subsídios técnicos suficientes para a tomada de decisão consistente. Devem ainda ser incluídos, nessa ampliação de olhar, os impactos sociais negativos, como aqueles relacionados aos direitos humanos e condições de trabalho de catadores de materiais reciclados, por exemplo, e à saúde e segurança dos trabalhadores das fábricas - a bibliografia encontrada não aborda com profundidade tais impactos sociais.

## **5.1. ANÁLISE DE PRODUTOS ALTERNATIVOS**

De forma a extrapolar a categoria de mudanças climáticas, foi feita uma revisão bibliográfica de estudos de ACV que apresentam outras categorias de impacto ambiental para produtos que cumpram a mesma função da sacola plástica descartável. Dentre os estudos mapeados, que balizaram tal análise, os de fonte internacional foram identificados como relevantes ao debate, mas descartados para qualquer comparação ao contexto brasileiro (vide Anexo 1 no final deste relatório para mais informações). Assim, optou-se em abordar os impactos para sacolas descartáveis e reutilizáveis, com base em um único estudo que retrata devidamente o cenário brasileiro e encaminha a indicação de um produto alternativo ao convencional, com melhor desempenho ambiental.

Os seis estudos de ACV completo sobre sacolas (internacionais e nacional), identificados para balizar o presente relatório, pautaram a discussão sobre alternativas sustentáveis às sacolas plásticas descartáveis na



divisão entre produtos do tipo descartável e reutilizável<sup>35</sup>, que normalmente são comparados. Porém, não é possível colocá-los em situações igualitárias de comparação, tendo em vista que a descartabilidade da primeira opção incide na premissa de uso único, enquanto que a maior frequência de uso da segunda opção terá seus impactos socioambientais de produção diluídos ao longo do tempo. Assim sendo, se a função de uma sacola reutilizável é divergente ao de uma sacola descartável, e elas possuem impactos distintos de fabricação, não faz sentido conceitualmente compará-las na mesma proporção (1:1). Para elaborar uma comparação equitativa, os estudos consideram o número de vezes que a sacola reutilizável deve ser utilizada para ser vantajosa em relação à descartável – como se, por exemplo, fosse considerado o tempo de retorno de um investimento, em que o montante inicial pode ser elevado, mas deverá compensar o investimento no longo prazo.

Conforme mencionado, apesar de diversos estudos de ACV tratarem do tema ao redor do mundo, estudos internacionais não se aplicam completamente ao cenário brasileiro<sup>36</sup>, visto que cada país tem particularidades em relação à matriz energética, logística de distribuição, gestão de resíduos, etc.

Para demonstrar a impossibilidade de aplicar os estudos internacionais no Brasil, temos, por exemplo, o estudo publicado no Reino Unido (2011), que compara a sacola de algodão com as tradicionais sacolas plásticas descartáveis e aponta que são necessárias 131 utilizações da sacola de algodão para que sua fabricação valha a pena do ponto de vista de impactos ambientais. No entanto, o estudo considera a fabricação do algodão na China. Como as etapas de fiação do algodão, tecelagem, corte e costura, utilizam basicamente energia elétrica, é preciso analisar a diferença entre a matriz elétrica brasileira e a chinesa para aproximar os resultados à realidade local. Conforme o banco de dados *ecoinvent*, os fatores de emissão da rede elétrica do Brasil é de 0,08 CO<sub>2</sub>e/MJ e da China 0,42 CO<sub>2</sub>e/MJ, 5 vezes maior, devido à matriz baseada em hidrelétricas e em carvão mineral, respectivamente. Com base nisso, podemos crer que a emissão referente à fabricação de uma sacola de algodão no Brasil é bem menor do que aquela apontada no estudo do Reino Unido e, conseqüentemente, o valor de 131 utilizações seria muito menor no Brasil.

Diante disso, somando à escassez de estudos nacionais, a revisão bibliográfica dos produtos alternativos ficou restrita ao único estudo brasileiro disponibilizado, realizado pela Fundação Espaço Eco (FEE) em 2011, analisado no item seguinte (6.1.1).

#### **5.1.1. Sacolas descartáveis x sacolas reutilizáveis**

Tendo como pergunta de partida “Qual a melhor opção para o consumidor carregar suas compras para casa?”, a Fundação Espaço Eco analisou a ecoeficiência do uso de diferentes tipos de sacolas para transporte de compras de supermercado, dentre as quais estão os seguintes:

:: Sacolas descartáveis: PEAD Verde, PEAD tradicional, Oxidegradável, Papel

:: Sacolas reutilizáveis ou retornáveis<sup>37</sup>: PEAD retornável, Tecido não tecido (TNT), Rafia, Tecido de algodão

---

<sup>35</sup> Nesse contexto, ‘reutilizável’ é entendido como característica de um produto de múltiplos usos para cumprir a mesma função.

<sup>36</sup> Dilli (2007); Ecobilan PWC (2004); Escócia (2005); Greene (2011) e Reino Unido (2011).

<sup>37</sup> O estudo da Fundação Espaço Eco utiliza o termo ‘retornável’ para definir sacolas que são utilizadas múltiplas vezes. Nesse sentido, no presente documento, os termos ‘retornável’ e ‘reutilizável’ são adotados como sinônimos para descrever tal função.



A análise feita considerou o período de um ano e, além de um caso base – volume de compras 106 kg/ mês com idas semanais ao supermercado – outros 18 cenários foram considerados, variando-se as premissas adotadas quanto ao volume de compras, idas ao supermercado e frequência de descarte do lixo.

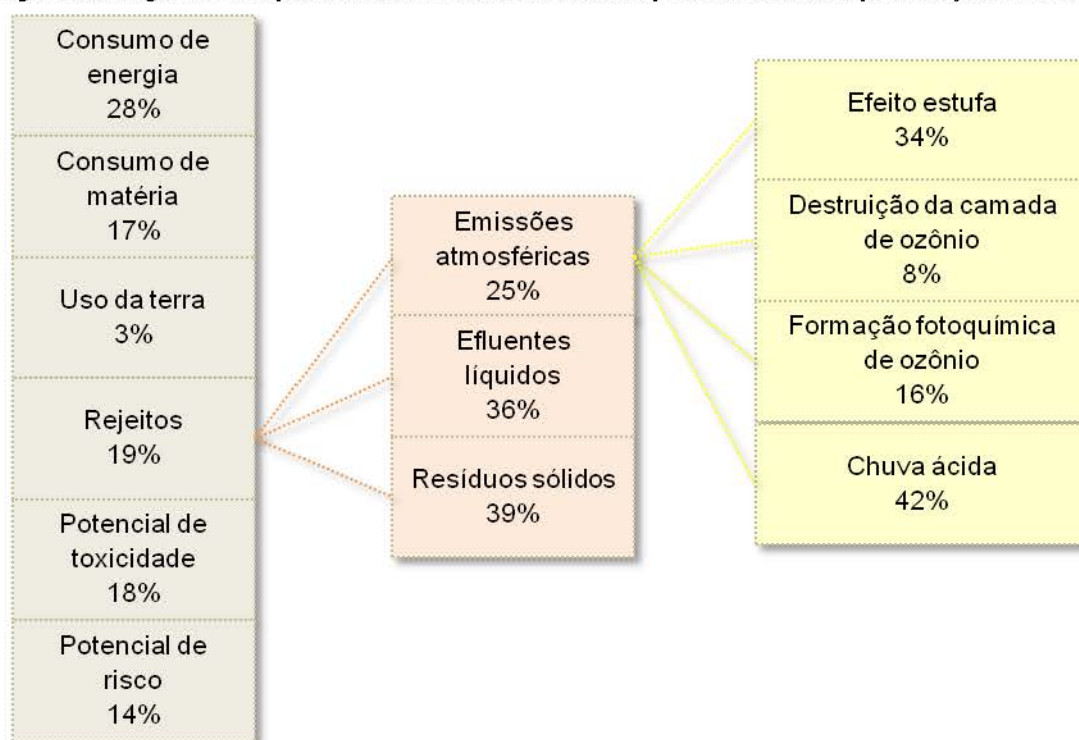
Para o caso base, único que será considerado aqui, as alternativas analisadas e hipóteses como peso, carga e número de utilizações para cada opção de sacola estão apresentados na Tabela 9. Esses números representam as premissas adotadas no estudo e norteiam a vida útil estimada para o cumprimento da função, permitindo assim, compará-las.

**Tabela 9: Hipóteses Adotadas em FEE (2011)**

Tipos de sacolas	Número de utilizações (vida útil)	Peso sacolas (g)	Capacidade de carga (kg)
PEAD (Verde)	1	3,0	3,6
PEAD (Nafta)	1	3,0	3,6
PEAD (N+TDPA)	1	3,0	3,6
PEAD Retornável	50	37,2	10,0
Papel	4	59,0	7,3
Tecido de Algodão	365	80,0	10,0
Ráfia	365	86,0	10,0
TNT	50	50,0	10,0

Para realização das análises, foram levadas em conta seis categorias – consumo de energia; consumo de matéria (recursos naturais); uso da terra; rejeitos ou emissões, subdivididas em efeito estufa, destruição da camada de ozônio, formação fotoquímica de ozônio, chuva ácida, efluentes líquidos e resíduos sólidos; potencial de toxicidade; e potencial de risco, que são demonstradas na Figura 8 junto aos respectivos fatores de ponderação - valores subjetivos que refletem a importância de cada categoria para a FEE e que permitirão o alcance de um indicador único de desempenho ambiental para cada produto analisado.

**Figura 8: Categorias de impacto ambiental consideradas e respectivos fatores de ponderação (FEE, 2011)**





Os fatores de ponderação (%) nos permitem calcular a contribuição da categoria 'efeito estufa' no modelo adotado pela FEE (2011): 1,6% dos impactos totais do ciclo de vida de uma sacola – um valor praticamente desprezível.

Outro exemplo de análise recai sobre as estimativas de risco de ocorrência de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, representados pela categoria 'potencial de risco', que possuem grande participação frente às categorias ambientais mais comuns, como 'efluentes líquidos', 'resíduos sólidos' e 'emissões atmosféricas'. Ainda sobre essa categoria, quando somado seu fator de ponderação ao da categoria 'potencial de toxicidade', tipicamente humana e ecológica, nos leva a identificar uma preocupação com o ser humano enquanto receptor dos impactos de suas próprias iniciativas.

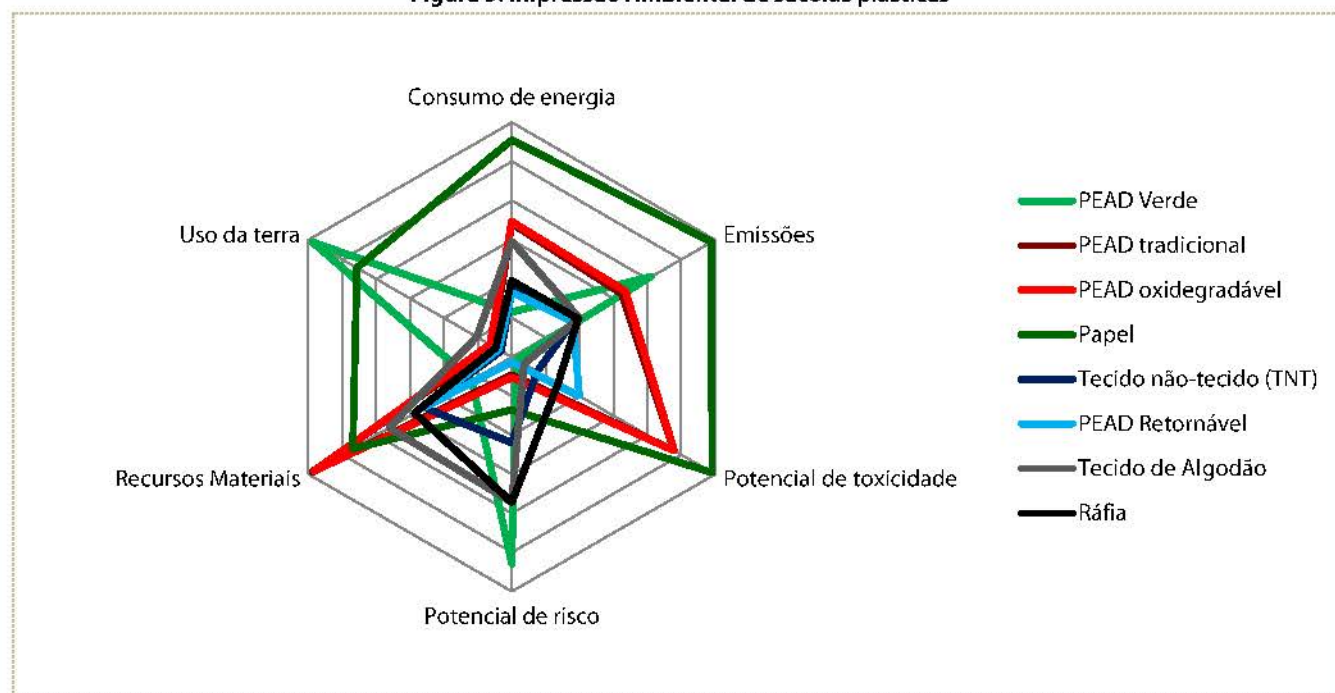
Por fim, tais fatores suscitam uma maior preocupação com o limite de recursos naturais, ao dar-se ênfase às categorias de 'consumo de energia' e 'matéria' ao invés das subdivisões de 'rejeitos'. De maneira prática, o fato de ambas as categorias apresentarem um alto peso, no momento de comparação dos produtos, deverá refletir uma busca por matrizes energéticas mais sustentáveis e a redução da dependência de combustíveis fósseis.

Indicadores únicos facilitam ao tomador de decisão definir um posicionamento sobre qual produto tem melhor desempenho, porém são bastante influenciados pelos autores – como apresentado acima. Por isso, é importante saber que ao normalizar categorias diferentes com fatores de ponderação, são refletidas as prioridades do grupo social naquele local e naquele momento. Muito mais importante do que o seu resultado, é fundamental compreender as categorias que contribuíram para esses indicadores e a avaliação de cada alternativa nessas categorias.

A Figura 9 representa o resultado das análises e a comparação entre os indicadores únicos de cada tipo de sacola. Cabe lembrar que esses resultados se baseiam na premissa de que as sacolas serão (re)utilizadas com a frequência apontada e que, caso o número de utilizações seja inferior, esses indicadores não se mostrariam dessa forma. O contrário também é verdadeiro; caso o número de utilizações supere o apontado, as sacolas reutilizáveis seriam ainda melhores para o meio ambiente.

Nota-se que as sacolas provenientes de atividades agrícolas, como o PEAD verde, algodão e ráfia apresentam alto 'potencial de risco', oriundos da falta de segurança para o trabalhador rural. Olhando para 'consumo de energia', as alternativas com reduzido número de utilizações ganham evidência, com a alternativa de papel liderando essa categoria, sendo o PEAD verde a exceção, superando nesse aspecto as reutilizáveis.

**Figura 9: Impressão Ambiental de sacolas plásticas**

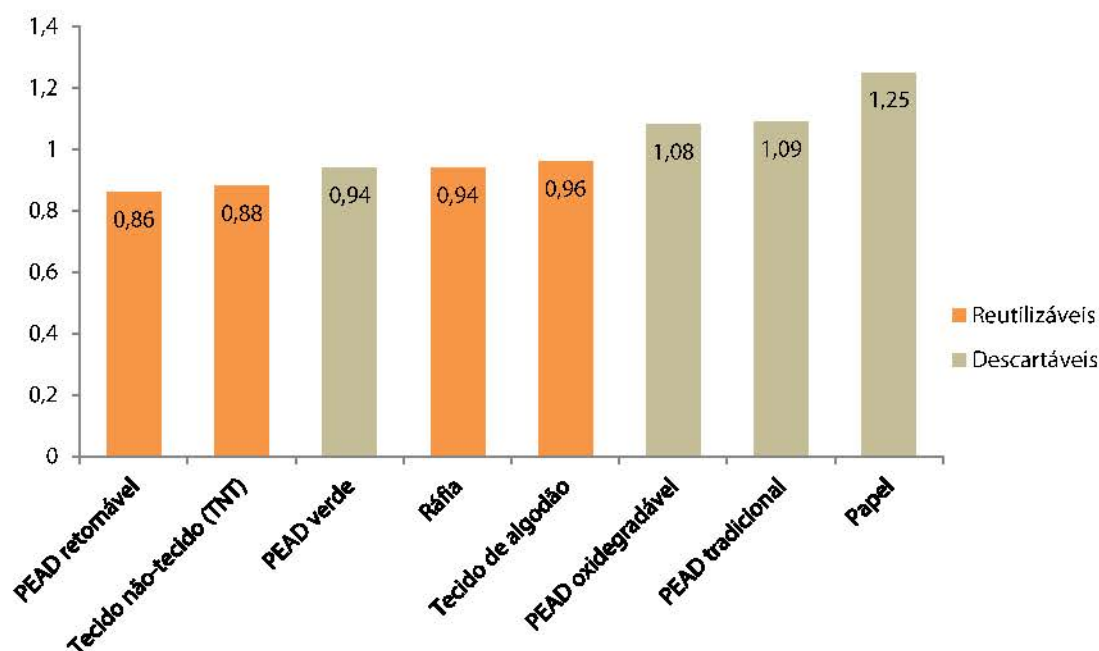


Fonte: Adaptado de FEE (2011)

Observa-se também que as alternativas que se destacam são as que possuem maior homogeneidade nos seus indicadores. Tanto as sacolas retornáveis de PEAD tradicional quanto a sacola de TNT apresentam baixa impressão ambiental (nome utilizado no gráfico para desempenho ambiental pela FEE) em todas as categorias - a sacola de polietileno demonstra um potencial de risco quase nulo e o TNT demonstra baixíssimo potencial de toxicidade.

Por fim, são apresentados os resultados da impressão ambiental para todos os tipos de sacola, tendo o caso base como pano de fundo, os quais possibilitam a elaboração de um ranking com as melhores opções dentre as sacolas descartáveis e reutilizáveis, conforme apresentado na Figura 10 (o menor valor corresponde ao melhor desempenho ambiental e não representa nenhuma unidade, servindo apenas como valor comparativo). As opções à esquerda do gráfico são aquelas que possuem melhor desempenho ambiental, tornando-se nítida a vantagem das sacolas reutilizáveis em relação às descartáveis.

**Figura 10: Impressão ambiental das sacolas (o menor valor corresponde ao melhor desempenho ambiental)**



Fonte: Adaptado de FEE (2011)

O resultado apresentado acima aponta que a melhor opção analisada, do ponto de vista ambiental, é a sacola retornável de PEAD. Essa alternativa recai sobre o comportamento do consumidor, já que em última instância, a sacola reutilizável tem seu impacto ambiental diluído ao longo das utilizações e quanto mais vezes for utilizada, melhor será seu desempenho ambiental.

### 5.1.2. Sacola reutilizável<sup>38</sup> de plástico 100% reciclado

Visto que a sacola retornável/ reutilizável de PEAD foi a melhor opção analisada pelo estudo supracitado, têm-se um paralelo com a pegada de carbono aqui analisada, a qual indica a obtenção de polietileno virgem como responsável por grande parte da contribuição ambiental. Substituindo a matéria virgem por uma proveniente da reciclagem, reduz-se a contribuição do insumo petroquímico e reduz-se a pegada de carbono da mesma.

Segundo um estudo brasileiro, que analisou a influência da taxa de reciclagem de polietileno (PE) sobre o Inventário de Ciclo de Vida das sacolas plásticas de PE no Brasil, os indicadores de consumo de recursos e emissões diminuem à medida que aumenta a taxa de reciclagem; as vantagens recaem especialmente nos indicadores relacionados com a produção de polietileno e volume usado para disposição final das embalagens no pós-consumo (QUEIROZ; GARCIA, 2010).

A fim de buscar produtos que se aproximassem desta especificação, foi realizada uma breve pesquisa no mercado e encontrados fabricantes capazes de fornecer sacolas de PET reciclado, não necessariamente de PEAD. Segundo a UNFCCC<sup>39</sup> (2012), o processo de fabricação do PET proveniente da reciclagem consome a mesma quantidade de energia elétrica que o processo de fabricação do PEAD proveniente de matéria-prima virgem. Porém, a grande vantagem do PET reciclado é a diferença de gás natural consumido: enquanto o

<sup>38</sup> Reutilizável e retornável são entendidos aqui como sinônimos.

<sup>39</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change.



processo de fabricação do PEAD fóssil queima 15MJ de gás natural por kg de PEAD produzido, o PET reciclado dispensa esse tipo de combustível (Tabela 10). O fato de não ser necessário queimar gás natural é positivo, principalmente, para as categorias de impacto ambiental: acidificação, consumo de recursos naturais, ecotoxicidade, toxicidade humana e mudanças climáticas.

**Tabela 10: Gasto Energético na Produção de Plásticos**

	Energia Elétrica	Gás Natural
PEAD Virgem	3 GJ/t	15 GJ/t
PET Reciclado	3 GJ/t	0 GJ/t

**Fonte:** Adaptado de UNFCCC (2012)

A utilização de garrafas PET como matéria-prima para as sacolas apresenta outras vantagens como a redução dos impactos de uso do solo à medida que reduz o volume de resíduos a aterros sanitários e, do ponto de vista social, a demanda por este material reciclado pode contribuir com a estruturação de um mercado de reciclagem inclusivo e socioproductivo. Um dos fornecedores<sup>40</sup> contatados para este estudo informou que dentre as suas opções de sacolas de PET reciclado, é utilizada uma garrafa PET de 01 ou até 02 litros, a depender do modelo, para cada sacola.

A sugestão pela utilização de PET reciclado ao invés de PEAD reciclado dá-se em vista da disponibilidade mercadológica atual. A literatura aponta que essa alteração não acarretará grande variação nos impactos ambientais causados, porém, para mostrar-se totalmente benéfica, é necessária a realização de um ACV comparativo entre ambas, não cabível no escopo do presente estudo.

<sup>40</sup> Informação enviada pelo Departamento Comercial (Sra. Maria Aparecida) da empresa Wantage Ltda. ([www.sacolaretornavel.com](http://www.sacolaretornavel.com)).



## 6. RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÃO

O presente estudo permite concluir que em comparação à sacola de plástico descartável, diante da análise de outros tipos de sacola e outras categorias de impacto ambiental apresentadas pelo estudo FEE (2011), e ponderações da “seção 6. Discussão”, a alternativa que apresentou melhor desempenho socioambiental para cumprir a função de transportar produtos foi a **sacola reutilizável de plástico (PET) 100% reciclado**, que se mostrou disponível no mercado nacional.

Cabe ressaltar que a mudança da característica do produto convencional, que era ‘descartável’ para ‘reutilizável’, no olhar da equipe autora deste relatório, não altera o cumprimento da função original demandada – “servir para transportar os produtos adquiridos”, aumentando o número de vezes de transporte. Essa mudança exige que haja um envolvimento maior do usuário, que deverá garantir um número mínimo de reutilizações (FEE, 2011), fazendo com que valha a pena do ponto de vista ambiental.

Foram mapeados **potenciais fornecedores nacionais** de sacolas reutilizáveis de PET reciclado para atender ao pedido de 30.000 e/ou 720.000 sacolas, conforme estimativa realizada para o megaevento mais próximo na época de elaboração do relatório, a Copa 2014. Após indicações e pesquisas na internet, foram contatados por telefone e/ou e-mail seis fornecedores de sacolas reutilizáveis, dos quais 02 responderam não possuir sacolas de PET em sua linha de ‘produtos sustentáveis’, tendo como opção as sacolas de algodão. Outras 02 empresas responderam o contato informando preços de R\$ 4,59 e R\$ 4,90 para sacola reutilizáveis de PET reciclado no atacado. Mais 01 empresa foi mapeada a fim de atingir o mínimo de 03 fornecedores, apresentando o preço de R\$ 3,14 por sacola em sua loja virtual, porém não foi possível contato entre a equipe e o fornecedor para confirmar a disponibilidade de fornecimento; 01 empresa contatada não retornou à equipe. Esta breve pesquisa demonstrou que avanços tecnológicos e espaços no mercado estão sendo alcançados e que há muita disposição dos fabricantes de sacolas retornáveis em seguir nesta busca, evidenciado pelas respostas recebidas.

Uma ressalva importante é que, apesar de não contemplado neste estudo, entende-se que a visão do mercado fornecedor não pode ser reduzida ao menor preço. É preciso fazer uma análise de custos, a fim de avaliar as alternativas sustentáveis de melhor preço, que integre a ideia de externalidades da cadeia. Outro ponto é que o mercado muda constantemente, então pesquisas de mercado precisam ser atualizadas no momento próximo à aquisição.

*(...) “é comum que o produto sustentável seja um pouco mais (caro) do que a alternativa convencional, porque o preço normalmente incluirá compensações pelas novas tecnologias e design, e para muitos produtos as economias de escala ainda não foram alcançadas. Mesmo assim, o custo real de um produto para o comprador é muito mais do que simplesmente o preço de compra pago por ele. A fim de decidir qual alternativa é mais barata, os custos durante todo o ciclo de vida do produto devem ser levados em conta — os de compra, de operação, manutenção e de disposição do produto. Quando examinamos o caso da licitação sustentável, assim que os custos “ocultos” do ciclo de vida são levados em conta, as vantagens econômicas da compra de produtos sustentáveis ficam óbvias”*  
(BIDERMANN et al, p. 42, 2008)

Importante mencionar, ainda, que a exploração feita pelos pesquisadores era fictícia, ou seja, a compra não se concretizaria efetivamente. No momento em que grandes *players* como o poder público, ou empresas patrocinadoras de grandes eventos cotarem esse produto, é muito provável que obtenham valores ainda menores.



## :: Uma falsa percepção de abundância: reflexões e o planejamento da compra

Ao se tratar de produtos plásticos descartáveis, especialmente sacolas, observa-se uma comum percepção social de que esses são itens abundantes e, por isso, acabam sendo consumidos em larga escala. Dessa forma, há que se considerar primeiramente, antes da compra, que a matéria-prima normalmente provém de uma fonte natural não renovável (fóssil), representando uma atividade emissora de gases de efeito estufa e outros impactos ambientais significativos.

Outro ponto, antes de se planejar a compra é considerar que o alto nível de descartabilidade das sacolas plásticas é uma característica preocupante, a qual somada à desconexão do usuário do produto com todo o ciclo de vida e à oferta constante nos estabelecimentos reforça a falsa ideia de abundância e baixo impacto. Além disso, essa lógica descrita incentiva a continuidade da alta geração de resíduos e da má gestão – pois se trata de um País pautado em infraestrutura precária e pouco inclusiva para gestão de resíduos sólidos, ainda que de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), ações de gestão deveriam favorecer a redução, reutilização e reciclagem, antes de serem postas às formas de tratamento e disposição final.

Dado o breve panorama sócio cultural associado a itens descartáveis feitos de plástico, transpondo para as compras institucionais, quando se pretende adquirir sacolas plásticas (aqui se pode extrapolar a função de transporte de produtos também para a função de disposição de resíduos), sugerimos considerar que sejam pensadas mensagens para estimular a redução do consumo e a revisão da necessidade de compra desse item, especialmente para o transporte de produtos. Assim, o planejamento da compra de sacolas plásticas descartáveis deve acompanhar ações de comunicação que incentivem a redução, reutilização e descarte adequado.

Tendo a necessidade confirmada, vale realizar uma avaliação dos impactos socioambientais e oportunidades associadas ao objeto da compra, que deve ser definido com clareza. Em paralelo, uma ampla noção sobre o mercado também se mostra fundamental, podendo ser obtida com uma pesquisa informal.

Para conhecer e avaliar os impactos socioambientais, é proposta a realização de um exercício simples de mapeamento de potenciais riscos inerentes às cinco etapas do ciclo de vida do produto convencional. Esse é um momento importante do processo de aquisição, em que a equipe responsável pela compra – idealmente com suporte de outros profissionais – deve mapear a cadeia produtiva e o setor daquele produto e, a partir disso, identificar os impactos negativos mais significativos para evitar que a aquisição estimule ainda mais a ocorrência destes e, ao mesmo tempo, para buscar ações de mitigação. Referências diversas podem subsidiar a identificação dos maiores riscos socioambientais associados à produção do plástico, como artigos acadêmicos, estudos técnicos, etc. Nesse exercício, tendo as informações em mãos, há espaço para criar a melhor forma de organizá-las. Aqui trazemos a seguir (Tabela 11) um exemplo desse exercício para a cadeia do plástico, considerando a aquisição de sacolas descartáveis de polietileno, com base nas etapas apresentadas no mapa de processos (**Figura 4: Mapa de processos de uma sacola descartável de plástico**):





**Tabela 11: Mapeamento de potenciais riscos socioambientais do setor de plástico conforme mapa de processos**

<b>Etapas do Ciclo de Vida</b>	<b>Potenciais riscos socioambientais do setor de plástico</b>
<b>Aquisição de materiais e pré-processamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processos de mineração degradante (extração do calcário)</li> <li>• Exploração de reservas de recursos não renováveis e fósseis</li> <li>• Riscos de grandes impactos caso ocorra vazamento durante a cadeia do petróleo</li> <li>• Excessivas emissões de GEEs</li> <li>• Uso excessivo de energia</li> <li>• Uso de materiais tóxicos e produtos químicos</li> <li>• Geração de resíduos industriais</li> <li>• Emissões de GEEs no transporte</li> </ul>
<b>Produção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condições degradantes de trabalho nas fábricas</li> <li>• Geração de efluentes</li> <li>• Emissões de GEEs no transporte (distribuição)</li> <li>• Uso excessivo de energia</li> </ul>
<b>Distribuição e armazenamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissões de GEEs no transporte (distribuição)</li> </ul>
<b>Uso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração excessiva de resíduos/ Aquisição desnecessária</li> </ul>
<b>Fim da vida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissões de GEEs no transporte</li> <li>• Geração excessiva de resíduos sólidos devido ao alto consumo</li> <li>• Elevados níveis de poluição de corpos hídricos e impactos na fauna e flora devido à destinação incorreta do material, que é reciclável</li> </ul>

## :: Inserção de atributos de sustentabilidade

Com um olhar ampliado sobre a cadeia produtiva é possível, então, seguir para a definição do objeto que será adquirido. Cabe aqui uma pesquisa mais aprofundada sobre produtos alternativos já disponíveis no mercado, que cumpram a mesma função (ou função semelhante) e apresentem um desempenho social e ambiental melhor quando comparado à opção convencional.

Contatar especialistas, associações setoriais e outros órgãos governamentais, antes de finalizar a definição dos atributos de sustentabilidade que serão atrelados ao objeto de compra, também ajudará para que as possibilidades de atendimento pelo mercado sejam maiores. No entanto, considerando que compradores institucionais podem (e devem) induzir uma adequação orientada à sustentabilidade, qualquer dificuldade ou inexistência de um mercado consolidado não deve ser olhada como um impeditivo para a aquisição; diante de tal situação, há que se reconhecer a oportunidade de atuação conjunta e a necessidade de gerar incentivos para o desenvolvimento e adequação gradativa dos fornecedores frente à nova demanda – de certo que esta compra levará um tempo maior para ser concluída.

Há um ponto de atenção que se coloca diante das compras sustentáveis que é o equilíbrio e contraposições sobre critérios ambientais e sociais em um mesmo produto. Pode ser que por meio da ACV o produto seja ambientalmente muito adequado, mas socialmente tenha sido produzido sem atentar para as melhores práticas sociais. Nesse momento, qual deve ser a conduta do comprador? Será que a grande orientação por buscar produtos com grande eficiência ambiental pode acabar por afastar a preocupação em atentar para critérios sociais de sustentabilidade? Essas questões permanecem sem orientação específica, seja advinda de normas que tratam das contratações sustentáveis, ou de jurisprudência de Tribunais de Contas que analisam



as compras públicas (BETIOL, 2013). Um caminho possível é que estejam claros os requisitos obrigatórios (legalidade de operação, registro de mão de obra, etc.), já definidos por legislação – que por si só excluem fornecedores que não os cumprirem. Ou seja, garantir que pelo menos os aspectos legais estejam sendo cumpridos. Partindo-se da noção de que deverá ocorrer uma priorização dos demais atributos de sustentabilidade, esta escolha provavelmente será acompanhada de subjetividade, organizacional e individual, devendo ser orientada minimamente por uma avaliação de riscos (pontos críticos) inerentes à cadeia do produto em questão, sempre na busca do melhor preço, que pode não estar ancorado, de pronto, no menor preço de aquisição.

A legislação nacional sobre direitos trabalhistas, os acordos e convenções internacionais sobre direitos humanos e dos trabalhadores, das quais o Brasil é signatário, devem ser utilizadas como fundamentação teórica para elaboração do edital, independentemente dos demais critérios ambientais.

A partir de uma visualização geral sobre os impactos e sobre as alternativas de produtos, os atributos identificados deverão ser transformados em especificação técnica para definir o objeto. Vale aqui uma consulta a normas e sites de certificadoras que atuam em alguma etapa da cadeia produtiva do plástico a fim de subsidiar tal especificação. No que tange ao setor de sacolas plásticas, a equipe não identificou selos e/ou certificações difundidos, que indicassem opções com melhor desempenho ambiental<sup>41</sup>.

Os atributos apresentados na Tabela 12 podem ser considerados em outros momentos do processo de aquisição, além da elaboração do edital, como na homologação/ habilitação do fornecedor e nas obrigações contratuais, que têm o objetivo de garantir o cumprimento dos atributos.

Vale lembrar que as maiores preocupações que permeiam a aquisição sustentável da sacola plástica descartável referem-se à (i) quantidade consumida, ao (ii) desperdício e ao (iii) descarte inadequado. Os primeiros itens dificilmente poderão ser previstos no edital de compra, pois dependem muito da conduta/ escolha individual dos usuários (consumidor final); o terceiro deverá ser refletido nos atributos de sustentabilidade com a responsabilização do fornecedor e consumidor quanto à destinação do papel usado, responsabilidade expressamente descrita na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

**Tabela 12: Atributos de sustentabilidade para sacolas de plástico<sup>42</sup>**

<b>AMBIENTAIS</b>	
✓	Identificação e mapeamento dos potenciais impactos ambientais da cadeia produtiva e fornecedora por meio da abordagem de ciclo de vida (ver
✓	
✓	Tabela 11).
✓	Utilização de material reciclado em substituição à matéria-prima fóssil, com maior durabilidade e resistência.
✓	Caso haja embalagens de papel ou papelão para entrega dos produtos, estas devem ser feitas de fibra reciclada e/ou de fibra virgem, proveniente de exploração florestal certificada (selo FSC, Cerflor ou equivalente). Em caso de embalagens plásticas, estas devem ser de fontes recicladas.

<sup>41</sup> Foi encontrado o Programa da Qualidade e Consumo Responsável de Sacolas Plásticas, iniciativa da Plastivida - Instituto Socioambiental dos Plásticos, que tem o objetivo principal de certificar fabricantes dentro da norma ABNT NBR-14937, que garante a resistência das sacolas plásticas. Mais informações em: <http://www.plastivida.org.br/sacolas/>. Acesso em: 28 abr. 2014.

<sup>42</sup> A divisão dos atributos de sustentabilidade foi baseada naqueles de maior destaque na literatura sobre compras sustentáveis, tanto públicas quanto empresariais, segundo BRAMER & WALKER (2011). O conteúdo dos atributos foi baseado em: IHOBE (2014); LEONARDI; MASIERO (2011); DEFRA (2010); UNEP (2010).

- ✓ Verificação sobre a tecnologia empregada na planta industrial, a qual deve possibilitar o controle de emissões atmosféricas e da qualidade dos efluentes industriais – para tal verificação, podem-se buscar certificações das séries ISO 9000 e 14000.
- ✓ Utilização de combustível de fonte renovável e com baixo grau de emissão para o transporte.

#### **OUTRAS ESPECIFICAÇÕES**

- ✓ Indicação da proporção reciclada proveniente de plástico pós-consumo, idealmente em 100%.
- ✓ Busca por garantia de origem da parcela pós-consumo, a fim de que seja proveniente de reciclagem, com inclusão de cooperativas de catadores de material reciclado.
- ✓ Preferência para aquisição de sacola reutilizável.

A indicação de referências bibliográficas que trouxessem inspirações para atributos de sustentabilidade para sacolas, no caso das compras institucionais, foi dificultada pela ausência de fontes e informações públicas no Brasil e em outros países. Notou-se que países que são reconhecidos por seus avanços em compras sustentáveis, principalmente compras públicas, e que costumam disponibilizar excelentes padrões de sustentabilidade para aquisições e contratações, não possuem referências para produtos feitos de plástico<sup>43</sup>.

O meio de verificação sobre o cumprimento dos atributos, junto ao fornecedor, deverá ser definido no edital. O poder público, por exemplo, pode fazer diligências ou mesmo observar certificação emitida por instituição pública oficial ou instituição credenciada, ao menos no nível da administração pública federal, onde tem norma específica nesse sentido. Já as empresas podem demandar selos e certificações com maior liberdade (BETIOL *et al*, 2012). O cumprimento dos requisitos referentes à parcela reciclada pode ser demonstrado através de documentação técnica do produtor, que especifique a qualidade e a quantidade do material aplicado.

#### **:: Aprendizados e considerações**

Ao longo da elaboração deste relatório, a equipe encontrou dificuldades para acessar referências confiáveis sobre o desempenho socioambiental de itens feitos de plástico, bem como sobre caminhos e exemplos de inserção de atributos de sustentabilidade nas compras e contratações. Deparamo-nos com os extremos do debate que perpassa o tema, em que há posicionamentos de ataque ou defesa ao setor e/ou às sacolas descartáveis plásticas ou de outros tipos. Com este argumento inicial, consideramos que foi dado um passo inicial para construirmos uma abordagem do ciclo de vida de uma sacola plástica descartável e que não se esgota aqui, devendo ser enriquecida com informações do contexto brasileiro que completem essa visão sistêmica. Nesse sentido, é fundamental que se extrapole a discussão das sacolas descartáveis para as compras alcançando itens diversos feitos de plástico, observando ponderações e ressalvas quanto às opções de plástico 'oxidegradável', 'compostável', 'degradável', 'verde'.

Entendemos também que reside nesse debate sobre sacolas plásticas a sutil busca pelo real diagnóstico dos impactos da produção, consumo e descarte, com o objetivo de não concentrarmos esforços somente na mitigação de impactos da produção, mas apontando para o papel do consumo desenfreado desse produto e o descarte inadequado, como vem sendo observado no Brasil.

<sup>43</sup> <http://www.sustainable-procurement.org/resources/>;  
<http://sd.defra.gov.uk/advice/public/buying/products/>;  
<http://www.sustainable-procurement.org/about-us/past-projects/>;  
[http://ec.europa.eu/environment/gpp/eu\\_gpp\\_criteria\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/gpp/eu_gpp_criteria_en.htm).  
Acesso em: 20 fev. 2014.



Utilizar um estudo de ACV como referência para integrar considerações ambientais nas aquisições é um caminho, mas não significa que critérios só devam ser contemplados se baseados em um estudo exclusivo. A proposta essencial da ferramenta e, portanto, do presente estudo, é que seja trazida uma abordagem sistêmica à decisão de compra, para permitir a consideração das externalidades e impactos associados ao produto.

Apesar do reconhecido potencial que a ACV apresenta aos tomadores de decisão, algumas limitações ainda precisam ser transpostas. Ao mesmo tempo, é preciso superar expectativas de que esta ferramenta técnica trará respostas concretas para questões econômicas, jurídicas e sociais relacionadas ao ciclo de vida de produtos e ao consumo sustentável. Cabe ressaltar que os resultados de um estudo oferecem informações - não soluções aos problemas ambientais - que estão sujeitas à subjetividade da interpretação e à ausência de um método único para a avaliação de impactos. Acrescentam-se, ainda, como limitações da ferramenta a adoção de critérios arbitrários para definição de procedimentos e premissas; o elevado custo de execução, principalmente, por causa do levantamento de dados primários; a dificuldade de coleta de informações, devido muitas vezes à preservação da confidencialidade industrial, associada à ausência de banco de dados de caráter regional, como é o caso do brasileiro (SILVA; KULAY, 2006).

Diante desse cenário, frente aos desafios inerentes à disseminação da ACV, vale persistir com ênfase no estabelecimento de um banco de dados confiável, regionalizado e completo para a consolidação de instrumentos que assegurem o cumprimento de normas e padrões pertinentes à proteção socioambiental (TEIXEIRA, 2013).

É interessante seguir buscando consistência e rigor das informações e ao mesmo tempo aproximá-las de um viés prático, aplicável. Por isso, deixamos aqui a expectativa de que estudos como este, que é um bem público, promovam e estimulem cada vez mais o compartilhamento de informações a fim de promover e enriquecer o debate brasileiro sobre avaliação de ciclo de vida e compras sustentáveis.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIQUIM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Como saber se e quanto é hora de empreender uma Avaliação de Ciclo de Vida**. 2013. Disponível em: <<http://www.youblisher.com/p/722765-Avaliacao-de-Ciclo-de-Vida/>> Acesso em: 25 de novembro de 2013.

ABIPLAST - Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Perfil 2012** - Indústria brasileira de transformação de material plástico. 48 p. São Paulo; 2012.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sacolas plásticas tipo camiseta- Requisitos e métodos de ensaio**. ABNT NBR 14937; 2010. Rio de Janeiro: 2010. 11p.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2012**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2014.

ANP. Evolução do mercado de combustíveis e derivados: 2000-2012. Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural E Biocombustíveis. 27p. 2013.

BETIOL, L. **Contratações Públicas como Indutoras de Sustentabilidade**: a perspectiva do consumo sustentável. Avanços e Desafios no cenário jurídico brasileiro. 351p. Tese (Doutorado em Efetividade do Direito) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC). São Paulo, 2013.

BIDERMAN, R. et al (Orgs.). **Guia de compras públicas sustentáveis**. 2 ed. São Paulo: FGV, 2008.

BRASIL. **Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/images/arquivos/responsabilidade\\_socioambiental/producao\\_consumo/PPCS/PPCS\\_Volumell.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivos/responsabilidade_socioambiental/producao_consumo/PPCS/PPCS_Volumell.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2013.

BRASIL. Lei **Nº 12. 305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Presidência da República 2010. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 12 nov. 2013.

BRASIL. **Orientações sobre consumo consciente e propostas para redução de sacolas plásticas**. Ministério do Meio Ambiente. – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 001/86**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

CONSELHO SUPERIOR DA JUSTIÇA DO TRABALHO. **Guia de inclusão de critérios de sustentabilidade nas contratações da justiça do trabalho**. Brasília. 2012. Disponível em: <<http://www.tst.jus.br/documents/1692526/0/Guia+de+inclus%C3%A3o+de+crit%C3%A9rios+de+sustentabilidade+nas+contrata%C3%A7%C3%B5es+da+Justi%C3%A7a+do+trabalho>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

DILLI, R. **Comparison of existing life cycle analysis of shopping bag alternatives**. Sidney: Sustainability Victoria, 2007. 26p.



- DNPM 2006. **Anuário Mineral Brasileiro 2006**. Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília: 2006.
- ECOBILAN PWC. **Évaluation des impacts environnementaux des sacs de caisse Carrefour**. 2004. 119p.
- EDWARDS, C.; PARKER, G. **A Life Cycle Assessment of Oxo-biodegradable, Compostable and Conventional Bags**. 45p. Surrey: 2012.
- ESCÓCIA. Scottish Executive. **Proposed Plastic Bag Levy - Extended Impact Assessment**. Edinburgh: 2005. 57p.
- FEE - FUNDAÇÃO ESPAÇO ECO. **Estudo ecoeficiência de sacolas de supermercado**. 2011. Disponível em: <[http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/SOAP\\_Estudo%20sacolas\\_FINAL%20WEBSITE\\_26.pdf](http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/SOAP_Estudo%20sacolas_FINAL%20WEBSITE_26.pdf)>. Acesso em: 21 jan. 2014.
- FINNVEDEN, G. et al. Recent developments in Life Cycle Assessment. **Journal of Environmental Management**. 91 1–21, 2009..
- GREENE, J. **Life Cycle Assessment of Reusable and Single-use Plastic Bags in California**. Chico: California State University Chico Research Foundation, 2011.26p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE: Contas Nacionais Trimestrais - Indicadores de Volume e Valores Correntes**. 43 p. 2012.
- ICCA – INTERNATIONAL COUNCIL OF CHEMICAL ASSOCIATIONS. **Como saber se e quando é hora de empreender uma avaliação de ciclo de vida**. São Paulo: 2013.
- MAGRINI, A. et al. **Impactos ambientais causados pelos plásticos: uma discussão abrangente sobre os mitos e os dados científicos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: 2012.
- PLASTICSEUROPE. **The Compelling Facts About Plastics: An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2008**. PlasticsEurope AISBL. Brussels: 2009.
- QUEIROZ, G.; GARCIA, E. **Reciclagem de Sacolas Plásticas de Polietileno em Termos de Inventário de Ciclo de Vida**. *Polímeros*, vol. 20, n. especial, p. 401-406, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/po/v20n5/AOP\\_0553.pdf](http://www.scielo.br/pdf/po/v20n5/AOP_0553.pdf)>. 2010. Acesso em: 09 mai. 2014.
- REINO UNIDO. Environment Agency. **Life Cycle Assessment of Supermarket Carrier Bags**. Bristol: 2011.120p.
- SILVA, G. A. da; KULAY, L. A. Avaliação do ciclo de vida. In: JÚNIOR, A. V.; DERMAJOROVIC, J. (orgs.). **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. São Paulo: SENAC, 2006. P. 313 – 335.
- SPINACÉ, M.; PAOLI, M. **A tecnologia da reciclagem de polímeros**. *Revista Química Nova*, Vol. 28, No. 1, p 65-72, 2005. Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 2005.



TEIXEIRA, M. Fernanda. **Desafios e Oportunidades para a Inserção do Tripé da Sustentabilidade nas Contratações Públicas:** um estudo dos casos do Governo Federal Brasileiro e do Governo do Estado de São Paulo. 312p. Tese (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília (UnB). Brasília, 2013.

UNEP - United Nations Environment Programme. **Global Guidance Principles for life cycle assessment databases:** A Basis for Greener Processes and Products. United Nations Environment Programme, 2011.

UNFCCC - UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **AMS-III.AJ.** Small-scale Methodology. Recovery and recycling of materials from solid waste. 2012.

WRI - World Resources Institute. **Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard.** Washington DC: World Resources Institute. 2011.



## ANEXO 1 - O OLHAR DOS ESTUDOS INTERNACIONAIS PARA AS SACOLAS REUTILIZÁVEIS E SUAS CATEGORIAS DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Como citado no item 6.1 do presente relatório, a utilização de estudos internacionais podem não refletir o caso brasileiro. Tal justificativa tem respaldo na origem e motivação dos estudos de cada país, no contexto local em que a cadeia produtiva é estruturada e, por fim, na matriz energética principal.

Nos países do Reino Unido e na Austrália, a motivação para estudar os impactos ocasionados pela utilização das sacolas plásticas partiu de agências ambientais governamentais: na França, a análise foi encomendada por uma grande rede de supermercados; nos EUA, o estudo encontrado tem origem na academia. É interessante notar também que apenas os EUA possuem total controle da cadeia de produção das sacolas; tanto a Austrália quanto os países europeus importam matéria-prima ou, às vezes, a sacola pronta, produzida em países asiáticos, sendo a China e a Malásia os principais exportadores para a Europa, e Hong Kong e Paquistão os fornecedores para a Austrália.

Um consenso entre todos os estudos encontrados, inclusive o estudo brasileiro (FEE, 2011), é de que a matéria-prima da produção das sacolas representa a maior influência dos impactos ambientais ao longo do ciclo de vida. Dessa forma, é fundamental que as características produtivas consideradas nesses estudos reflitam as condições encontradas no país em questão – o Brasil, no nosso caso. No entanto, a indústria do plástico é bastante intensiva em energia e a matriz elétrica brasileira difere bastante das encontradas nos EUA, na União Europeia e na Ásia. Isso se deve principalmente à grande influência das usinas hidrelétricas na nossa matriz elétrica, em contraste com a energia nuclear na França, o carvão mineral na Inglaterra e o gás natural nos EUA. Além disso, os estudos europeus consideram a recuperação energética dos resíduos plásticos como 50% do fim de vida das sacolas plásticas. Essa realidade ainda não é possível no cenário de fim de vida e apresenta grande influência como alternativa nos impactos de consumo energético.

Apesar disso, os estudos internacionais podem, ainda, trazer resultados interessantes para a discussão sobre a utilização das sacolas plásticas e, ao mirar mais diretamente sobre as diversas categorias de impactos ambientais, podem trazer novos olhares ao debate.

O cálculo da pegada de carbono da sacola plástica descartável traz um novo foco para as discussões sobre o tema: a etapa de *aquisição de materiais e pré-processamento* é a principal responsável pela emissão de gases de efeito estufa. As sugestões discutidas a seguir tomam como base essa categoria de impacto ambiental, mudanças climáticas, mas não deixam de lado as demais categorias.

### :: Saco de papel

O saco de papel é geralmente apontado como uma alternativa à sacola plástica por ser proveniente de um recurso renovável. No entanto, o fato de ser renovável é uma vantagem relacionada apenas à categoria de impacto ambiental consumo de recursos naturais. Outra vantagem do papel é o fato de ser degradável, tornando sua decomposição muito mais rápida do que a do plástico; a categoria de impacto beneficiada por esse aspecto é o uso da terra. No entanto, se o papel for destinado a um aterro sanitário sem o sistema de captura de metano, as emissões de gases de efeito estufa de sua decomposição aumentarão bastante o impacto dentro da categoria mudanças climáticas.

Diversos estudos apontam que o desempenho ambiental do saco de papel não é melhor do que da sacola plástica. O estudo australiano conduzido por Dilli (2007) compara as duas alternativas sob o ponto de vista de



seis categorias de impacto ambiental: a sacola plástica leva vantagem em quatro categorias, enquanto o saco de papel leva vantagem em apenas duas.

Segundo estudo publicado na Escócia (2005), dentre as oito categorias analisadas, o saco de papel leva vantagem em apenas uma. Outro estudo, publicado nos Estados Unidos por Greene (2011), compara as duas alternativas em quatro categorias de impacto ambiental e aponta um pior desempenho ambiental do papel nas quatro categorias. Finalmente, estudo francês conduzido por Ecobilan PWC (2004) analisou oito categorias e concluiu que o saco de papel possui melhor desempenho em uma, pior desempenho em cinco e empata com a sacola plástica em duas.

### :: Sacola plástica reutilizável (PEBD)

Uma opção para as sacolas plásticas descartáveis feitas de PEAD é a utilização de sacolas plásticas reutilizáveis, feitas de polietileno de baixa densidade (PEBD). De modo geral, o impacto da fabricação de uma sacola reutilizável é maior do que de uma sacola descartável, mas como a sacola de PEBD pode ser utilizada por diversas vezes, esse impacto do processo produtivo vai sendo diluído ao longo do tempo. Portanto, não faz sentido conceitualmente comparar uma sacola de PEAD com uma sacola de PEBD, pois as funções são diferentes. Para elaborar uma comparação justa, os estudos levam em consideração quantas vezes a sacola de PEBD deve ser utilizada para ser vantajosa em relação à descartável. Esse conceito é análogo ao tempo de retorno de um investimento: o montante inicial pode ser elevado, mas acaba compensando no longo prazo.

A Tabela 13 apresenta o resultado de diversos estudos publicados no mundo, comparando a sacola descartável de PEAD com a sacola reutilizável de PEBD.

**Tabela 13: Comparação entre as sacolas plásticas descartáveis de PEAD e as sacolas plásticas reutilizáveis de PEBD**

País de publicação do estudo	Referência	Quantidade aproximada de vezes que a sacola plástica de PEBD deve ser utilizada para ser vantajosa em relação à sacola plástica de PEAD descartável
Escócia	Escócia, 2005	4 vezes
Estados Unidos	Greene, 2011	8 vezes
França	Ecobilan PWC, 2004	4 vezes
Reino Unido	Reino Unido, 2011	5 vezes

Analisando os resultados, a sacola plástica reutilizável precisa ser utilizada de 4 a 8 vezes para o investimento ambiental valer a pena. Acreditamos que esse número de utilizações é plausível e a sacola de PEBD pode ser uma boa alternativa em determinadas situações. No caso de supermercados, por exemplo, não acreditamos que a simples distribuição dessas sacolas no lugar das convencionais seja uma medida eficiente, pois os consumidores não seriam estimulados a reutilizá-la diversas vezes. A mesma premissa se aplica a compras públicas que visem apenas distribuir as sacolas para seus utilizadores.

A situação mais adequada para a utilização das sacolas de PEBD seria em algum ambiente no qual o consumidor é envolvido ambientalmente com a compra, sendo informado sobre as vantagens e desvantagens de tais sacolas e estimulado a reutilizá-la o máximo possível. Acreditamos que seja possível criar um ambiente desse tipo em grandes eventos e que a sacola plástica reutilizável de PEBD possa ser uma alternativa, desde que seguidas as premissas aqui apresentadas.



## :: Sacola plástica reutilizável (PP)

A sacola plástica reutilizável de polipropileno (PP) segue a mesma lógica da sacola de PEBD: o impacto inicial é maior, mas isso vai sendo amortizado ao longo das diversas utilizações. A Tabela 14 apresenta os resultados dos estudos encontrados sobre o tema, apontando quantas vezes a sacola de PP deve ser utilizada para ser mais vantajosa ambientalmente.

**Tabela 14: Comparação entre as sacolas plásticas descartáveis de PEAD e as sacolas plásticas reutilizáveis de PP**

País de publicação do estudo	Referência	Quantidade aproximada de vezes que a sacola plástica de PEBD deve ser utilizada para ser vantajosa em relação à sacola plástica de PEAD descartável
Estados Unidos	Greene, 2011	8 vezes
Reino Unido	Reino Unido, 2011	14 vezes

Analisando os estudos encontrados, a sacola de PP deve ser utilizada de 8 a 14 vezes para ser vantajosa em relação à sacola plástica convencional. Esse número de utilizações é, também, superior à alternativa anterior (sacolas de PEBD), não sendo a melhor alternativa para uma solução com essa proposta.

## :: Sacola de algodão reutilizável

A sacola de algodão reutilizável também segue o mesmo conceito exposto para as sacolas de plástico reutilizáveis: o impacto ambiental inicial é bem maior do que das sacolas plásticas descartáveis, mas o produto pode ser reutilizado inúmeras vezes. Uma das grandes vantagens da sacola de algodão é o alto índice de reutilizações que ocorre na prática, pois se trata de um produto durável e que costuma agradar os consumidores.

Um estudo publicado no Reino Unido (2011) compara a sacola de algodão com as tradicionais sacolas plásticas descartáveis e aponta que são necessárias 131 utilizações da sacola de algodão para sua fabricação valer a pena. No entanto, o estudo considera a fabricação do algodão na China, pois esse país é um dos principais fornecedores de sacolas de algodão para o Reino Unido. Além da longa distância percorrida pelo transporte dos produtos, as sacolas de algodão fabricadas na China possuem a pegada de carbono muito superior às brasileiras. Como as etapas de fiação do algodão, tecelagem, corte e costura utilizam basicamente energia elétrica, é preciso analisar a diferença entre a matriz elétrica brasileira e a chinesa. Os fatores de emissão da rede elétrica dos dois países são apresentados na Tabela 15.

**Tabela 15: Fator de emissão da rede elétrica brasileira e chinesa**

País	Fator de emissão da rede elétrica (kg CO <sub>2</sub> e/MJ)
Brasil	0,08
China	0,42

**Fonte:** Banco de dados *ecoinvent*

O fator de emissão da rede elétrica chinesa é cerca de 5 vezes maior do que da rede brasileira. Isso se deve ao fato do Brasil ter aproximadamente 80% de sua energia elétrica gerada por hidrelétricas, ao contrário da China, cuja matriz é baseada em carvão mineral. Com base nisso, podemos crer que a emissão referente à fabricação de 1 sacola de algodão no Brasil é bem menor do que aquela apontada no estudo do Reino Unido e, consequentemente, o valor de 131 utilizações seria muito menor no Brasil.



Encontrar o número exato de reutilizações necessárias à sacola de algodão no Brasil foge ao escopo do presente estudo, mas podemos considerar algo em torno da metade do valor apresentado. Portanto, supor que as sacolas de algodão serão utilizadas entre 60 e 70 vezes parece viável dentro do atual cenário nacional.

Outro estudo, publicado na Austrália por Dilli (2007), compara as sacolas plásticas descartáveis com as sacolas de algodão reutilizáveis em seis categorias de impacto ambiental. O estudo considera 104 utilizações da sacola de algodão para fazer a comparação (uma vez por semana, durante dois anos). Neste cenário, a sacola de algodão leva vantagem sobre a plástica em cinco das seis categorias apresentadas.

A mesma discussão apresentada no caso das sacolas reutilizáveis de PEBD também se aplica aqui. A simples substituição da distribuição de sacolas de PEAD por sacolas de algodão não faz sentido, pois elas possuem funções diferentes. Acreditamos que a utilização das sacolas de algodão é vantajosa ambientalmente desde que haja um contexto favorável, incluindo uma campanha de educação e conscientização sobre as vantagens e desvantagens desse produto.

### **:: Sacola plástica produzida a partir de biopolímeros**

As sacolas plásticas podem ser feitas a partir de biopolímeros ao invés de utilizar o petróleo como matéria-prima. As principais fontes utilizadas são a cana-de-açúcar, a mandioca, o milho, a batata e o trigo. A utilização de matéria-prima renovável possui ganho imediato quando comparado ao uso de material fóssil dentro da categoria de impacto ambiental consumo de recursos naturais.

Segundo estudo publicado no Reino Unido (2011), esse tipo de sacola apresentou desempenho ambiental pior do que a sacola plástica convencional em oito das nove categorias analisadas. Por tratar-se de tecnologia relativamente recente, não foram encontrados outros estudos de ciclo de vida que comparem esse produto com a sacola convencional.

No Brasil, a empresa Braskem fabrica polietileno a partir do etanol da cana-de-açúcar. O conceito do produto é bastante inovador: o carbono é sequestrado pela cana-de-açúcar durante seu crescimento, mas não é liberado nos aterros sanitários porque esse plástico não é biodegradável. Dessa forma, o balanço de carbono do ciclo é positivo, ou seja, ocorre mais sequestro do que emissão de carbono no ciclo de vida do produto.

Apesar do grande benefício na categoria de impacto ambiental mudanças climáticas, outras categorias podem ser bastante prejudicadas com a adoção dessa alternativa. A principal delas é o uso do solo, que possui impacto tanto no início quanto no fim da vida do produto. No início do ciclo, o plantio de cana-de-açúcar requer grandes extensões de terra para ser executado; no fim do ciclo, o plástico irá ocupar espaço no aterro, da mesma forma que o plástico convencional. Ainda há a necessidade de estudos de ciclo de vida que abordem outras categorias de impacto ambiental para se verificar a validade dessa alternativa.

### **:: Sacola plástica descartável (PEAD) com matéria-prima proveniente de reciclagem**

A sacola plástica descartável de PEAD pode ser fabricada com matéria-prima proveniente de reciclagem. A sacola convencional é feita com PEAD virgem, proveniente do petróleo. No entanto, é possível utilizar o mesmo PEAD proveniente da reciclagem de qualquer material formado por esse polímero.

Segundo a UNFCCC (2012), o processo de fabricação do PEAD proveniente da reciclagem consome a mesma quantidade de energia elétrica que o processo de fabricação do PEAD proveniente de matéria-prima virgem. No entanto, a grande vantagem do material reciclado é a diferença de gás natural consumido: enquanto o



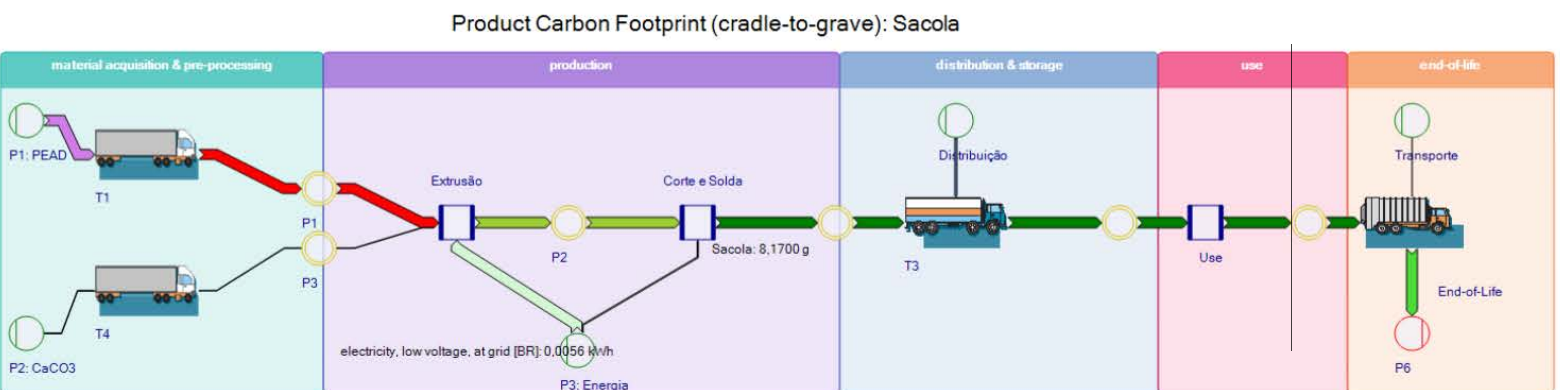
processo convencional queima 15MJ de gás natural por kg de PEAD produzido, a reciclagem dispensa esse tipo de combustível.

O fato de não ser necessário queimar gás natural é positivo, principalmente, para as seguintes categorias de impacto ambiental: acidificação, consumo de recursos naturais, ecotoxicidade, toxicidade humana e mudanças climáticas.

Dilli (2007) compara a sacola de PEAD convencional com a sacola de PEAD feita com 100% de material reciclado. Dentre as seis categorias analisadas, a PEAD convencional perde em duas, ganha em uma e empata em três. Segundo esse estudo, o ganho ambiental na utilização do material reciclado não seria muito expressivo, mas não há dúvidas de que existiria um ganho. Um grande benefício dessa alternativa é a contribuição para a redução de resíduos nos aterros sanitários. Qualquer produto feito com PEAD pode ser encaminhado para a reciclagem ao invés de um aterro sanitário. A reciclagem também traz consigo importantes ganhos sociais, criando uma nova frente de trabalho na coleta, separação e processamento do plástico.

## ANEXO 2 – MODELAGEM DO CICLO DE VIDA

Modelagem do ciclo de vida da sacola descartável no software Umberto NXT CO2





## ANEXO 3 – DADOS BRUTOS DE SAÍDA DO SOFTWARE

### Sumário da pegada de carbono da sacola descartável obtido no software Umberto NXT CO2

Product: Sacola [A12 (Use -> RF)] (8,1700 g) Quantity 0,0216

Phase: material acquisition & pre-processing Quantity 0,0152

Type: Indirect Emissions of Resources and Energy Consumption Quantity 0,0152

Material Type	Material	Data Source	Quantity	Unit	Process
Good	limestone, milled, loose, at plant [CH]	ecoinvent 2.2	0,0000	kg CO2-eq.	T4
Good	transport, lorry >16t, fleet average [RER]	ecoinvent 2.2	0,0000	kg CO2-eq.	T4
Good	polyethylene, HDPE, granulate, at plant [RER]	ecoinvent 2.2	0,0151	kg CO2-eq.	T1
Good	transport, lorry >16t, fleet average [RER]	ecoinvent 2.2	0,0000	kg CO2-eq.	T1

Phase: production Quantity 0,0018

Type: Indirect Emissions of Resources and Energy Consumption Quantity 0,0018

Material Type	Material	Data Source	Quantity	Unit	Process
Good	electricity, low voltage, at grid [BR]	ecoinvent 2.2	0,0016	kg CO2-eq.	Extrusão: Production
Good	electricity, low voltage, at grid [BR]	ecoinvent 2.2	0,0002	kg CO2-eq.	Corte e Solda

Phase: distribution & storage Quantity 0,0032

Type: Indirect Emissions of Resources and Energy Consumption Quantity 0,0032

Material Type	Material	Data Source	Quantity	Unit	Process
Good	transport, lorry 7.5-16t, EURO3 [RER]	ecoinvent 2.2	0,0032	kg CO2-eq.	T3

Phase: end-of-life Quantity 0,0015

Type: Indirect Emissions of Resources and Energy Consumption Quantity 0,0005

Material Type	Material	Data Source	Quantity	Unit	Process
Good	transport, municipal waste collection, lorry 21t [CH]	ecoinvent 2.2	0,0005	kg CO2-eq.	endoflife: End-of-Life

Type: Indirect Emissions of Waste Disposal Quantity 0,0009

Material Type	Material	Data Source	Quantity	Unit	Process
Bad	disposal, polyethylene, 0.4% water, to sanitary landfill [CH]	ecoinvent 2.2	0,0009	kg CO2-eq.	endoflife: End-of-Life
			0,0216	kg CO2-eq.	



## ANEXO 4 – QUESTIONÁRIO PARA POTENCIAIS FORNECEDORES

Prezado(a),

No âmbito desta Iniciativa, está sendo feita uma rodada de consultas ao mercado fornecedor de plástico a fim de mapear fornecedores com capacidade e interesse em atender grandes compradores, como o setor público, e que ofereçam produtos que tenham atributos de sustentabilidade. Para tanto, gostaríamos de convidá-lo(a) a preencher o formulário abaixo. As informações obtidas serão, provavelmente, utilizadas no estudo sobre o ciclo de vida de uma sacola descartável de plástico. Pedimos a gentileza de enviar este documento para \_\_\_\_\_@fgv.br até dia/mês/ano.

Agradecemos sua colaboração e nos colocamos à disposição para eventuais dúvidas.

A Equipe

Programa Consumo Sustentável

(11) 3284-0754

### 1. Dados Gerais

Nome da Empresa:

Site institucional:

Nome do Respondente:

Cargo:

E-mail:

Telefone (DDD):

### 2. Informações sobre produção e venda

A empresa pode fornecer <b>sacolas plásticas feitas de PET reciclado</b> ?		Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
Indique se houver oferta de outras <b>opções de sacolas retornáveis</b> :		
Material:	Observação sobre a especificação (caso necessário)	
No caso do produto feito a partir de PET, indique a proporção de material virgem e reciclado, caso pertinente.		Virgem: Reciclado:
O produto tem alguma certificação? Em caso positivo, quais?		Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Certificação(es):
A embalagem do produto é reutilizável ou reciclável?		Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Mais informações:
Há monitoramento das emissões de gases de efeito estufa do processo produtivo, incluindo o transporte?		Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim, mas sem transporte <input type="checkbox"/>



A empresa é capaz de atender a quais regiões no Brasil?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Indique quais: Sul <input type="checkbox"/> Sudeste <input type="checkbox"/> Norte <input type="checkbox"/> Nordeste <input type="checkbox"/> Centro-Oeste <input type="checkbox"/> Exterior <input type="checkbox"/>
A empresa tem fornecedores próximos da área de produção?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
A empresa tem porte para produzir 720.000 sacolas para a Copa do Mundo de 2014?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Data limite:
Indique o preço para fornecimento da sacola retornável feita de PET reciclado	<b>\$ / unidade</b> <b>R\$ / unidade</b> (compra mínima de unidades)
Se possuir no catálogo da empresa, indique outros produtos com atributos de sustentabilidade:	
Outros comentários:	