

# Avaliação de Ciclo de Vida

Estudo Comparativo entre Copos Descartáveis e  
Copos Reutilizáveis

Junho de 2015

The Braskem logo consists of a red rectangular box containing a white stylized 'B' icon on the left and the word 'Braskem' in a white, bold, sans-serif font on the right.

# Disclaimer ACV

Avaliação de Ciclo de Vida Comparativa entre  
Copos Descartáveis e Copos Reutilizáveis

Junho de 2015

The Braskem logo consists of a red rectangular box containing a white stylized 'B' icon followed by the word 'Braskem' in a white, bold, sans-serif font.

## Disclaimer

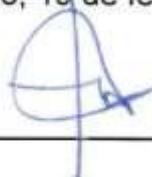
A Braskem, desde seu início, tem um compromisso com o desenvolvimento sustentável. Nosso propósito é melhorar a vida das pessoas criando as soluções sustentáveis da química e do plástico. Entendemos que a melhor forma de medir a sustentabilidade das soluções que apresentamos para a sociedade é através de estudos de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV).

Todos os estudos de ACV desenvolvidos pela Braskem são realizados de acordo com os padrões de qualidade prescritos pelas normas NBR ISO 14040:2009 e NBR ISO 14044:2009. Nestas normas, para estudos comparativos, a revisão deve ser feita por um painel que inclua todas as partes interessadas. A experiência nos mostrou que este processo de revisão é demorado e de alto custo, o que inviabilizaria o uso em grande escala da metodologia. Entretanto, a Braskem deseja garantir a solidez do estudo e a validade dos resultados apresentados neste relatório, e por isso construiu uma parceria com a KPMG para verificação de seus estudos de ACV.

O processo de revisão e análise crítica foi realizado pela KPMG de acordo com o procedimento pré-acordado denominado “Procedimentos para Gap Analysis de Estudo de ACV” (em anexo). Estes procedimentos foram inteiramente baseados na norma NBR ISO 14044:2009, com exceção do item que trata do painel de revisão crítica.

A reconhecida idoneidade e imparcialidade que caracterizam todas as ações da KPMG nos tranquilizam em relação a este processo e esperamos que os leitores deste relatório compartilhem deste sentimento.

São Paulo, 19 de fevereiro de 2015.



---

Luiz Gustavo Ortega  
Gerência de Desenvolvimento Sustentável

# Declaração de Revisão

Avaliação de Ciclo de Vida Comparativa entre  
Copos Descartáveis e Copos Reutilizáveis

Junho de 2015





**KPMG Financial Risk & Actuarial Services Ltda.**  
Rua Arquiteto Olavo Redig de Campos, 105, 6º andar - Torre A  
CEP 04711-904 - São Paulo/SP - Brasil  
Caixa Postal 79518  
04707-970 - São Paulo/SP - Brasil

Telefone 55 (11) 3940-1500  
Fax 55 (11) 3940-1501  
Internet www.kpmg.com.br

## Declaração de revisão e análise crítica

À Braskem S.A.

Fomos contratados pela Braskem S.A. ("Braskem") com o objetivo de aplicar procedimentos para revisão e análise crítica do "Relatório de Projeto: Avaliação do Ciclo de Vida Comparativa entre Copos Descartáveis e Copos Reutilizáveis – Maio 2015", elaborado pela ACV Brasil.

Nossa responsabilidade foi realizar uma análise crítica sobre as informações apresentadas no relatório supracitado, considerando o objetivo e o escopo do estudo, a análise do Inventário do Ciclo de Vida (ICV), a Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV) e os resultados obtidos.

A revisão foi baseada no procedimento pré-acordado definido entre a Braskem e a KPMG, denominado "Procedimentos para Gap Analysis de Estudo de ACV", o qual foi elaborado com base nas normas ABNT NBR ISO 14044:2009 e ABNT NBR ISO 14040:2009.

Os procedimentos selecionados basearam-se na nossa compreensão dos aspectos relativos ao desenvolvimento do estudo e à apresentação das informações e dos resultados constantes no "Relatório de Projeto: Avaliação do Ciclo de Vida Comparativa entre Copos Descartáveis e Copos Reutilizáveis – Maio 2015". Os procedimentos aplicados compreenderam:

- (a) Entendimento do objetivo, do escopo e das fronteiras do estudo, assim como do público-alvo do relatório.
- (b) Entendimento dos sistemas de produtos e processos envolvidos no estudo.
- (c) Avaliação do estudo conduzido e do conteúdo do "Relatório de Projeto: Avaliação do Ciclo de Vida Comparativa entre Copos Descartáveis e Copos Reutilizáveis – Maio 2015" em relação aos requisitos definidos em "Procedimentos para Gap Analysis de Estudo de ACV", considerando:
  - Consistência dos métodos utilizados com a Norma;
  - Validade técnico-científica da metodologia utilizada;
  - Razoabilidade e propriedade dos dados utilizados em relação aos objetivos do estudo;
  - Reflexo das limitações identificadas nas interpretações e nos objetivos do estudo;
  - Consistência e transparência do relatório.



Os resultados deste trabalho estão compilados no Anexo I - "Roteiro de Gap Analysis - Avaliação de ciclo de Vida", assim como as medidas tomadas pela ACV Brasil com relação aos *gaps* (lacunas) identificados.

São Paulo, 05 de maio de 2015

A handwritten signature in black ink that reads "Ricardo Algis Zibas". The signature is written in a cursive style.

KPMG Financial Risk & Actuarial Services Ltda.  
Ricardo Algis Zibas

# Procedimentos Pré-Acordados

Avaliação de Ciclo de Vida Comparativa entre  
Copos Descartáveis e Copos Reutilizáveis

Junho de 2015

The Braskem logo consists of a red rectangular box containing a white stylized 'B' icon followed by the word 'Braskem' in a white, bold, sans-serif font.

# **PROCEDIMENTOS PARA GAP ANALYSIS DE ESTUDOS DE ACV**

## **1. Introdução**

As normas NBR ISO 14040 e NBR ISO 14044 normatizam como os estudos de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) devem ser conduzidos. Entretanto, as mesmas prevêem que o processo de revisão crítica de estudos comparativos de ACV deve ser realizado por um painel de partes interessadas. Dada a dificuldade de mobilizar estas partes interessadas, a Braskem solicitou à KPMG que fizesse uma revisão por “Gap Analysis” de forma a verificar que os requisitos de qualidade de estudos de ACV definidos pelas normas supracitadas sejam atendidos.

Este documento contém os procedimentos acordados entre a Braskem e a KPMG para tal processo de revisão.

Os termos e definições constantes neste documento devem ser interpretados de acordo com a norma NBR ISO 14044.

## **2. Procedimentos para Revisão Crítica por “Gap Analysis”**

A revisão por “Gap Analysis” deve garantir que os seguintes itens foram atendidos.

### **2.1 Definição de objetivo e escopo (NBR ISO 14044 item 4.2)**

#### **2.1.1 Considerações gerais**

O objetivo e escopo de uma ACV devem ser claramente definidos e devem ser consistentes com a aplicação pretendida. Devido à natureza iterativa da ACV, o escopo pode ter que ser ajustado durante o estudo.

#### **2.1.2 Objetivo do estudo**

Ao se definir o objetivo de uma ACV, os seguintes itens devem ser declarados de forma não ambígua:

- a aplicação pretendida;
- as razões para a realização do estudo;

- o público-alvo, ou seja, aquele a quem se pretende comunicar os resultados do estudo;
- se existe a intenção de utilizar os resultados em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente.

### **2.1.3 Escopo do estudo**

#### **2.1.3.1 Considerações gerais**

Ao se definir o escopo de uma ACV, os seguintes itens devem ser considerados e descritos de forma clara:

- o sistema de produto a ser estudado;
- as funções do sistema de produto ou, no caso de estudos comparativos, dos sistemas,
- a unidade funcional;
- a fronteira do sistema;
- procedimentos de alocação;
- metodologia de AICV e tipos de impactos;
- interpretação a ser utilizada;
- requisitos de dados;
- pressupostos;
- escolha de valores e elementos opcionais;
- limitações;
- requisitos de qualidade dos dados;
- tipo e formato do relatório requerido para o estudo.

Em alguns casos, o objetivo e o escopo do estudo podem ser revisados devido a limitações não previstas, restrições ou como resultado de informações adicionais. Convém que tais modificações, em conjunto com suas justificativas, sejam documentadas. Alguns dos itens acima são especificados detalhadamente nos próximos itens.

#### **2.1.3.2 Função e unidade funcional**

O escopo de uma ACV deve especificar claramente as funções (características de desempenho) do sistema em estudo. A unidade funcional deve ser consistente com o objetivo e escopo do estudo. Um dos propósitos principais de uma unidade funcional é fornecer uma referência em relação à qual os dados de entrada e saída são normalizados (no sentido matemático). A unidade funcional, portanto, deve ser claramente definida e mensurável. Tendo sido

escolhida a unidade funcional, o fluxo de referência deve ser definido. Comparações entre sistemas devem ser feitas com base na(s) mesma(s) função(ões), quantificadas pelas mesmas unidades funcionais na forma de seus fluxos de referência, Se funções adicionais de quaisquer dos sistemas não forem levadas em consideração na comparação das unidades funcionais, tais omissões devem ser explicadas e documentadas. Como alternativa, os sistemas associados à execução das funções não consideradas podem ser adicionados à fronteira do sistema que não as executa para tornar os sistemas mais comparáveis entre si. Nesses casos os processos selecionados devem ser explicados e documentados.

### **2.1.3.3 Fronteira do sistema**

A fronteira do sistema determina quais processos elementares devem ser incluídos na ACV. A seleção da fronteira do sistema deve ser consistente com o objetivo do estudo. Os critérios utilizados na determinação da fronteira do sistema devem ser identificados e explicados. Devem ser tomadas decisões com relação a quais processos elementares devem ser incluídos no estudo e o nível de detalhamento com que esses processos elementares devem ser estudados.

A exclusão de estágios do ciclo de vida, processos, entradas ou saídas só é permitida se isso não provocar uma mudança significativa nas conclusões gerais do estudo. Quaisquer decisões de se omitirem estágios do ciclo de vida, processos, entradas ou saídas devem ser registradas de forma clara e as razões e implicações de sua omissão devem ser explicadas.

Devem ser tomadas também decisões com relação a quais entradas e saídas devem ser incluídas e o nível de detalhamento da ACV deve ser registrado de forma clara.

É útil descrever o sistema usando um fluxograma de processo que mostre os processos elementares e suas inter-relações.

Convém que cada um dos processos elementares seja inicialmente descrito visando a definir:

- o início do processo elementar, em termos da entrada de matérias-primas ou produtos intermediários,
- a natureza das transformações e operações que ocorrem como parte do processo elementar, e

- onde o processo elementar termina, em termos do destino dos produtos intermediários ou finais.

Idealmente, convém que o sistema de produto seja modelado de tal maneira que as entradas e saídas em sua fronteira sejam fluxos elementares e de produtos. A identificação das entradas e saídas que deveriam ser rastreadas ao meio ambiente, isto é, a identificação de quais processos elementares que produzem as entradas (ou processos elementares que recebem as saídas) deveriam ser incluídos no sistema de produto em estudo, é um processo iterativo. A identificação preliminar é realizada com a utilização dos dados disponíveis. Convém que as entradas e saídas sejam identificadas de forma mais completa após a coleta de dados adicionais durante a execução do estudo e, então, submetidas a uma análise de sensibilidade (ver 2.3.4).

Para entradas de materiais, a análise começa com uma seleção inicial das entradas a serem estudadas. Convém que essa seleção seja baseada em uma identificação das entradas associadas a cada um dos processos elementares a serem modelados. Este esforço pode ser desenvolvido com dados coletados em locais de produção específicos ou na literatura. O objetivo é identificar as entradas significativas associadas a cada um dos processos elementares.

Os critérios de corte para a inclusão preliminar de entradas e saídas e os pressupostos sobre os quais os critérios de corte são estabelecidos devem ser descritos de forma clara. O efeito dos critérios de corte selecionados sobre os resultados do estudo também devem ser avaliados e descritos no relatório final. Diversos critérios de corte são utilizados na prática da ACV para decidir quais entradas serão incluídas na avaliação, tais como massa, energia e significância ambiental. Basear a identificação preliminar de entradas somente na sua contribuição em massa pode resultar na omissão de entradas importantes para o estudo. Da mesma forma, convém que a energia e a significância ambiental também sejam utilizadas como critérios de corte nesse processo:

**Massa:** uma decisão apropriada ao utilizar massa como critério requereria a inclusão no estudo de todas as entradas cuja contribuição cumulativa superasse uma porcentagem definida da entrada de massa do sistema de produto que está sendo modelado.

**Energia:** de forma semelhante, uma decisão apropriada ao utilizar energia como critério requereria a inclusão no estudo daquelas entradas cuja

contribuição cumulativa superasse uma porcentagem definida da entrada de energia do sistema de produto.

**Significância ambiental:** convém que decisões sobre critérios de corte sejam tomadas no sentido de incluir entradas que contribuam com mais do que uma parcela adicional definida da contribuição estimada de dados individuais do sistema de produto que são selecionados especificamente em função de sua relevância ambiental.

Critérios de corte semelhantes podem ser utilizados para identificar quais saídas deveriam ser rastreadas ao meio ambiente, por exemplo, pela inclusão dos processos finais de tratamento de resíduos.

Quando se pretende utilizar o estudo em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente, a análise de sensibilidade final dos dados de entradas e saídas deve incluir os critérios de massa, energia e significância ambiental, do modo que todas as entradas que cumulativamente contribuam com mais do que uma quantidade definida para o total (por exemplo, porcentagem) sejam incluídas no estudo.

Convém que todas as entradas selecionadas identificadas por meio deste processo sejam modeladas como fluxos elementares.

Convém que se decida quais entradas e saídas tem que ser rastreadas a outros sistemas de produto, incluindo fluxos sujeitos a alocação. Convém que o sistema seja descrito com nível de detalhamento e clareza suficientes para permitir que outro executante reproduza a análise de inventário.

#### **2.1.3.4 Metodologia da AICV e tipos de Impactos**

Devem ser determinadas quais categorias de impacto, indicadores das categorias e modelos de caracterização serão incluídos no estudo de ACV. A seleção de categorias de impacto, indicadores das categorias e modelos de caracterização utilizados na metodologia da AICV deve ser consistente com o objetivo do estudo e levar em conta o descrito em 2.3.2.2.

#### **2.1.3.5 Tipos e fontes de dados**

Os dados a serem selecionados para uma ACV dependem do objetivo e escopo do estudo. Tais dados podem ser coletados nos locais de produção associados aos processos elementares dentro da fronteira do sistema, ou

podem ser obtidos ou calculados a partir de outras fontes. Na prática, todos os dados podem incluir uma mistura de dados medidos, calculados ou estimados. As entradas podem incluir o uso de recursos minerais (por exemplo, metais provenientes de minérios ou de reciclagem), serviços como transporte ou suprimento de energia e o uso de materiais auxiliares como lubrificantes ou fertilizantes, mas não estão limitadas a esses aspectos.

Como parte das emissões atmosféricas, emissões de monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio etc. podem ser identificadas separadamente.

Emissões atmosféricas e descargas para a água e para o solo frequentemente representam liberações a partir de fontes pontuais ou difusas, após passarem por dispositivos de controle de poluição. Convém que esses dados incluam também emissões fugitivas, quando significativas. Parâmetros de indicadores podem incluir os aspectos relacionados a seguir, sem, no entanto, estarem limitados a eles.

- demanda bioquímica de oxigênio (DBO),
- demanda química de oxigênio (DQO),
- compostos orgânicos halogenados absorvíveis (AOX),
- teor total de halogênios,
- compostos orgânicos voláteis (COV).

Adicionalmente, podem ser coletados dados representando ruído e vibração, uso do solo, radiação, odores e perda de calor.

#### **2.1.3.6 Requisitos de qualidade dos dados**

Os requisitos de qualidade dos dados devem ser especificados para que o objetivo e escopo da ACV possam ser alcançados. Convém que os requisitos de qualidade dos dados abranjam:

- a cobertura temporal: idade dos dados e período mínimo de tempo durante o qual os dados deveriam ser coletados;
- a cobertura geográfica: área geográfica a partir da qual deveriam ser coletados dados para processos elementares de modo a satisfazer o objetivo do estudo;
- a cobertura tecnológica: tecnologia específica ou conjunto de tecnologias;

- a precisão: medida da variabilidade dos valores de dados para cada dado expresso (por exemplo, variância);
- a completeza: porcentagem dos fluxos que é medida ou estimada;
- a representatividade: avaliação qualitativa do grau em que o conjunto de dados reflete a verdadeira população de interesse (por exemplo, cobertura geográfica, período de tempo e cobertura tecnológica);
- a consistência: avaliação qualitativa quanto a aplicação uniforme da metodologia do estudo aos diversos componentes da análise;
- a reprodutibilidade: avaliação qualitativa do grau em que as informações sobre a metodologia e os valores dos dados permitiriam a um executante independente reproduzir os resultados relatados no estudo;
- as fontes dos dados: a incerteza da Informação (por exemplo dados, modelos e pressupostos).

Quando se pretende utilizar um estudo em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente, Os requisitos de qualidade dos dados mencionados acima devem ser atendidos.

O tratamento de dados faltantes deve ser documentado. Convém que para cada processo elementar e para cada local de origem dos dados onde sejam identificados dados faltantes, o tratamento destes e de lacunas de dados resulte em

- um valor "não-zero" de dados que seja justificado,
- um valor de dados "zero" se justificado, ou
- um valor calculado com base nos valores relatados em processos elementares que empreguem tecnologia similar.

Convém que a qualidade dos dados seja caracterizada tanto por aspectos quantitativos quanto qualitativos, assim como pelos métodos utilizados para coleta e consolidação daqueles dados.

Convém que dados de locais de produção específicos ou médias representativas sejam usados para aqueles processos elementares que contribuem com a maioria dos fluxos de massa e energia nos sistemas em estudo, como determinado pela análise de sensibilidade executada conforme

2.3.4.

Convém que, quando possível, dados de locais de produção específicos sejam também usados para processos elementares que tenham entradas e saídas consideradas ambientalmente relevantes.

#### **2.1.3.7 Comparações entre sistemas**

Em um estudo comparativo, a equivalência dos sistemas que estão sendo comparados deve ser avaliada antes da interpretação dos resultados. Conseqüentemente o escopo do estudo deve ser definido de tal maneira que os sistemas possam ser comparados. Sistemas devem ser comparados usando a mesma unidade funcional e considerações metodológicas equivalentes, tais como desempenho, fronteira do sistema, qualidade dos dados, procedimentos de alocação, regras para decisões quanto a avaliação de entradas e saídas e avaliação de impacto. Quaisquer diferenças entre sistemas com relação a esses parâmetros devem ser identificadas e relatadas.

Uma avaliação de impacto do ciclo de vida deve ser realizada para estudos de ACV que se pretende utilizar em afirmações a serem divulgadas publicamente.

### **2.2 Análise do inventário do Ciclo de Vida (ICV)**

#### **2.2.1 Considerações gerais**

A definição de objetivo e escopo de um estudo provê o plano inicial para a condução da fase de inventário do ciclo de vida de uma ACV. Convém que, durante a execução do plano para a análise de inventário do ciclo de vida, sejam seguidos os passos operacionais delineados na Figura 1.

#### **2.2.2 Coleta de dados**

Os dados qualitativos e quantitativos a serem incluídos no inventário devem ser coletados para cada processo elementar incluído na fronteira do sistema. Os dados coletados, sejam eles medidos, calculados ou estimados, são utilizados para quantificar as entradas e saídas de um processo elementar.

Quando dados forem coletados de fontes disponíveis ao público, tais fontes devem ser referenciadas. O processo de coleta, a época em que foram coletados e informações adicionais sobre os respectivos indicadores de qualidade devem ser detalhados para aqueles dados que podem ser significativos para as conclusões do estudo. Caso tais dados não atendam aos requisitos de qualidade, tal fato deve ser relatado.

Para reduzir o risco de interpretação errônea (por exemplo, que resulte em dupla contagem ao se validar ou reutilizar os dados coletados), uma descrição de cada processo elementar deve ser registrada.

Uma vez que a coleta de dados pode abranger vários locais de origem e referências publicada, convém que sejam adotadas medidas para assegurar um entendimento uniforme e consistente dos sistemas do produto a serem modelados.

Convém que essas medidas incluam:

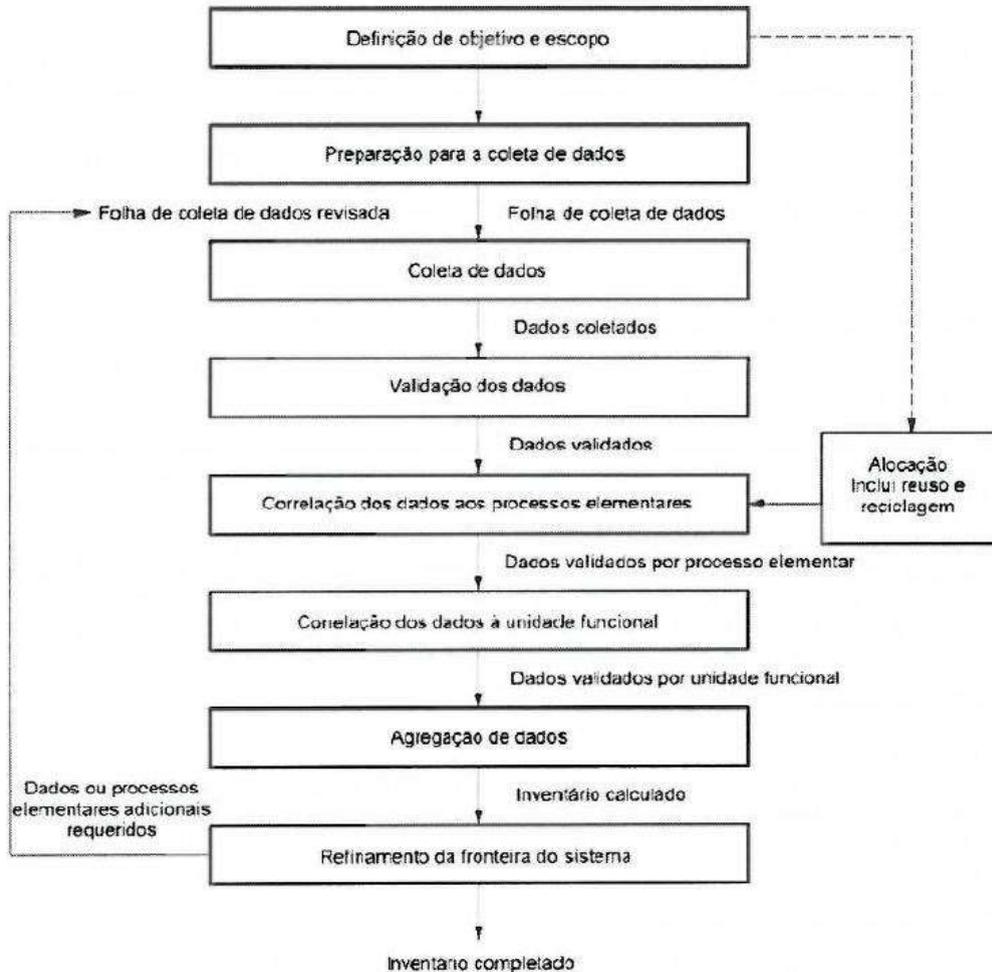
- o desenho de fluxogramas gerais de processo que ilustrem todos os processos elementares a serem modelados, incluindo suas interrelações,
- a descrição detalhada de cada processo elementar com relação a fatores que influenciam entradas a saídas;
- a listas de fluxos e de dados relevantes para as condições de operação associadas a cada processo elementar;
- o desenvolvimento de uma lista que especifique as unidades utilizadas;
- a descrição da coleta de dados e das técnicas de cálculo necessárias para todos os dados;
- disponibilização de instruções para documentar claramente quaisquer casos especiais, irregularidades ou outros itens associados aos dados fornecidos.

Exemplos de folhas de coleta de dados podem ser encontrados no Anexo A.

Os principais títulos sob os quais os dados podem ser classificados incluem

- entradas de energia, entradas de matéria-prima, entradas auxiliares e outras entradas físicas,
- produtos, coprodutos e resíduos, □ liberações para a atmosfera, água e solo, e □ outros aspectos ambientais.

Sob esses títulos, os dados individuais devem ser mais detalhados, visando a satisfazer o objetivo do estudo.



**Figura 1 — Procedimentos simplificados para análise de inventário**

## 2.2.3 Procedimentos de cálculo

### 2.2.3.1 Considerações gerais

Todos os procedimentos de cálculo devem ser documentados de forma explícita e os pressupostos utilizados devem ser claramente declarados e justificados. Convém que os mesmos procedimentos de cálculo sejam aplicados de forma consistente ao longo de todo o estudo. Ao determinar os fluxos elementares associados à produção, deverá ser utilizada, sempre que possível, a estrutura real de produção, a fim de refletir os diversos tipos de recursos que são consumidos. Como exemplo, para a geração e distribuição de eletricidade devem ser levadas em consideração a diversidade de fontes de energia elétrica, a eficiência da queima de combustíveis e as perdas na conversão, transmissão e distribuição.

Entradas e saídas relacionadas a um material combustível (por exemplo, petróleo, gás ou carvão) podem ser transformadas em entradas ou saídas de energia, multiplicando-se pelos respectivos calores de combustão. Neste caso, deve ser relatado se foi o poder calorífico inferior ou superior.

Vários passos operacionais são necessários para o cálculo dos dados, conforme descrito em 2.2.3.2 e 2.2.3.4.

### **2.2.3.2 Validação dos dados**

Uma verificação da validade dos dados deve ser conduzida durante o processo de coleta para confirmar e fornecer evidências de que os requisitos de qualidade dos dados para a aplicação pretendida foram atendidos. A validação pode envolver o estabelecimento, por exemplo, de balanços de massa, balanços de energia e/ou análises comparativas de fatores de emissão. Como cada processo elementar obedece às leis da conservação de massa e energia, balanços de massa e energia representam um recurso útil para a verificação da validade da descrição de um processo elementar. Anomalias evidentes nos dados, identificadas por meio de tais procedimentos de validação, requerem dados alternativos que estejam em conformidade com a seleção de dados estabelecida em 2.1.3.5.

### **2.2.3.3 Correlação de dados a processos elementares e a unidade funcional**

Um fluxo apropriado deve ser determinado para cada processo elementar. Os dados quantitativos de entrada e saída do processo elementar devem ser calculados com relação a esse fluxo. Com base no fluxograma e nos fluxos entre processos elementares, os fluxos de todos os processos elementares são relacionados ao fluxo de referência. Convém que o cálculo resulte em que todos os dados de entrada e de saída do sistema estejam referenciados a unidade funcional. Convém que cuidados sejam tomados ao agregar as entradas e saídas no sistema de produto. O nível de agregação deve ser consistente com o objetivo do estudo. Convém que os dados sejam agregados somente se estiverem relacionados a substâncias equivalentes e a impactos ambientais semelhantes. Se forem necessários regras de agregação mais detalhadas, convém que sejam justificadas na fase de definição do objetivo e escopo do estudo ou que sejam deixadas para uma fase subsequente de avaliação de impacto.

#### **2.2.3.4 Refinamento da fronteira do sistema**

Refletindo a natureza interativa da ACV, decisões com relação aos dados a serem incluídos devem ser baseadas em uma análise de sensibilidade para determinar sua significância, verificando dessa forma a análise inicial delineada em 2.4.3.3 A fronteira inicial do sistema deve ser revisada de acordo com os critérios de corte estabelecidos na definição do escopo. Os resultados desse processo de refinamento e a análise de sensibilidade devem ser documentados.

A análise de sensibilidade pode resultar em

- exclusão de estágios do ciclo de vida ou de processos elementares caracterizados como não significativos pela análise de sensibilidade,
- exclusão de entradas e saídas não significativas para os resultados do estudo, ou
- inclusão de novos processos elementares, entradas e saídas caracterizados como significativos pela análise de sensibilidade. Esta análise serve para limitar o subsequente tratamento de dados aqueles dados de entrada e saída que são caracterizados como significativos para o objetivo da ACV.

#### **2.2.4 Alocação**

##### **2.2.4.1 Considerações gerais**

As entradas e saídas devem ser alocadas aos diferentes produtos de acordo com critérios definidos de forma clara, que devem ser documentados e explicados em conjunto com o procedimento de alocação.

A soma das entradas e saídas de um processo elementar que são alocadas deve ser igual à soma dessas entradas e saídas antes da alocação. Sempre que diversas alternativas de procedimentos de alocação parecerem aplicáveis, uma análise de sensibilidade deve ser conduzida para explicitar as consequências da substituição da abordagem selecionada.

##### **2.2.4.2 Procedimento de alocação**

O estudo deve identificar os processos compartilhados com outros sistemas de produto e tratá-los de acordo com o procedimento passo-a-passo apresentado abaixo:

**Passo 1:** Convém que a alocação seja evitada, sempre que possível, por meio de:

- divisão dos processos elementares a serem alocados em dois ou mais subprocessos e coleta dos dados de entrada e saída relacionados a esses subprocessos;
- expansão do sistema de produto de modo a incluir as funções adicionais relacionadas aos coprodutos, levando em consideração os requisitos de 2.1.3.3.

**Passo 2:** Quando a alocação não puder ser evitada, convém que as entradas e saídas do sistema sejam subdivididas entre seus diferentes produtos ou funções, de maneira a refletir as relações físicas subjacentes entre eles; isto é, convém que seja refletida a maneira pela qual as entradas e saídas são alteradas por mudanças quantitativas nos produtos ou funções providos pelo sistema

**Passo 3:** Quando uma relação física por si só não puder ser estabelecida ou usada como base para a alocação, convém que as entradas sejam alocadas entre os produtos e funções de uma maneira que reflita outras relações entre eles. Por exemplo, dados de entrada e saída podem ser alocadas entre coprodutos proporcionalmente ao seu valor econômico.

Algumas saídas podem ser parcialmente coprodutos e parcialmente resíduos. Em tais casos, é necessário identificar a razão entre coprodutos e resíduos, uma vez que as entradas e saídas devem ser alocadas apenas parcela dos coprodutos. Procedimentos de alocação devem ser aplicados de forma uniforme a entradas e saídas similares do sistema em consideração. Por exemplo, se a alocação for feita para produtos utilizáveis (isto é, produtos intermediários ou descartados) que deixam o sistema, então o procedimento de alocação deve ser similar ao utilizado para tais produtos entrando no sistema. O inventário é baseado em balanços de material entre entrada e saída. Convém, portanto, que os procedimentos de alocação se aproximem tanto quanta possível de tais relações fundamentais entre entrada e saída e suas características.

#### **2.2.4.3 Procedimentos de alocação para reuso e reciclagem**

Os princípios e procedimentos de alocação em 2.2.4.2 também se aplicam as situações de reuso e reciclagem.

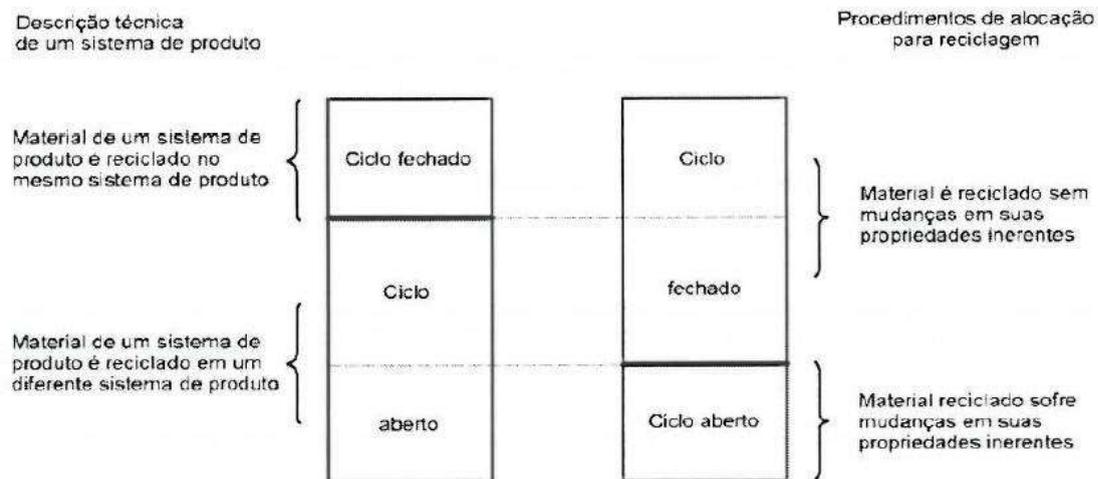
Mudanças nas propriedades inerentes dos materiais devem ser levadas em consideração. Além disso, em particular para os processos de recuperação entre o sistema de produto original e o subsequente, a fronteira do sistema deve ser identificada e explicada, assegurando-se que os princípios de alocação sejam respeitados como descrito em 2.2.4.2.

Em tais situações, porém, considerações adicionais são necessárias pelas seguintes razões:

- o reuso e a reciclagem (assim como a compostagem, a recuperação de energia e outros processos que podem ser assimilados a reuso/reciclagem) podem implicar que as entradas e saídas associadas a processos elementares para extração e processamento de matérias-primas e disposição final de produtos sejam compartilhadas por mais de um sistema de produto;
- o reuso e a reciclagem podem alterar as propriedades inerentes de materiais no uso subsequente;
- convém que cuidados específicos sejam tomados ao se definir a fronteira do sistema no que diz respeito a processos de recuperação. Diversos procedimentos de alocação são aplicáveis para reuso e reciclagem. A aplicação de alguns procedimentos é delineada conceitualmente na Figura 2 e destacada a seguir, visando a ilustrar como as restrições acima podem ser enfocadas:
- Um procedimento de alocação em ciclo fechado se aplica a sistemas de produto em ciclo fechado. Também se aplica a sistemas de produto em ciclo aberto onde não ocorrem mudanças nas propriedades inerentes do material reciclado. Em tais casos, a necessidade da alocação é evitada, uma vez que o uso do material secundário substitui o uso de materiais primários (virgens). O uso inicial de materiais virgens em sistemas de produto em ciclo aberto pode, no entanto, seguir um procedimento de alocação em ciclo aberto, descrito em b)
- Um procedimento de alocação em ciclo aberto aplica-se a sistemas de produto em ciclo aberto que transferem material para reciclagem em outros sistemas de produto e o material sofre uma mudança nas suas propriedades inerentes.

Convém que os procedimentos de alocação para os processos elementares compartilhados mencionados em 2.2.4.2 utilizem, como base para alocação, caso viável, a seguinte ordem:

- propriedades físicas (por exemplo, massa);
- valor econômico (por exemplo, valor de mercado da sucata ou do material reciclado em relação ao valor de mercado do material primário); ou
- o número de usos subsequentes do material reciclado (ver ISO 14049).



**Figura 2 — Distinção entre uma descrição técnica de um sistema de produto e procedimentos de alocação para reciclagem**

## 2.3 Avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV)

### 2.3.1 Considerações gerais

A AICV é diferente de outras técnicas, tais como a avaliação de desempenho ambiental, avaliação de impacto ambiental e avaliação de risco, uma vez que se trata de uma abordagem relativa baseada em uma unidade funcional. A AICV pode utilizar informações coletadas por essas outras técnicas. A fase de AICV deve ser cuidadosamente planejada para satisfazer o objetivo e escopo de um estudo de ACV. A fase de AICV deve ser coordenada com outras fases da ACV para levar em conta as seguintes possíveis omissões e fontes de incertezas:

- se a qualidade dos dados e resultados do ICV é suficiente para conduzir a AICV de acordo com a definição do objetivo e escopo do estudo;

- se a fronteira do sistema e decisões sobre corte de dados foram suficientemente revisadas para assegurar a disponibilidade dos resultados de ICV necessários para o cálculo dos resultados de indicadores para a AICV;
- se a relevância ambiental dos resultados da AICV é reduzida devido ao cálculo da unidade funcional do ICV, utilização de médias, agregação e alocação no âmbito do sistema.

A fase de AICV inclui a coleta de resultados dos indicadores para as diferentes categorias de impacto, que em conjunto representam o perfil de AICV para o sistema de produto.

A AICV consiste em elementos obrigatórios e opcionais.

## **2.3.2 Elementos obrigatórios da AICV**

### **2.3.2.1 Considerações gerais**

A fase de AICV deve incluir os seguintes elementos obrigatórios:

- seleção das categorias de impacto, indicadores de categoria e modelos de caracterização;
- correlação dos resultados do ICV às categorias de impacto selecionadas (classificação);
- cálculo dos resultados dos indicadores de categoria (caracterização).

### **2.3.2.2 Seleção de categorias de Impacto, Indicadores de categoria e modelos de caracterização.**

Quando categorias de impacto, indicadores de categoria e modelos de caracterização são selecionados em uma ACV, a informação e fontes relacionadas devem ser referenciadas. Isto também se aplica quando novas categorias de Impacto, indicadores de categoria ou modelos de caracterização são definidos.

NOTA Exemplos de categorias de impacto estão descritos na ISO 14047. Nomes exatos e descritivos devem ser atribuídos às categorias de impacto e indicadores de categoria.

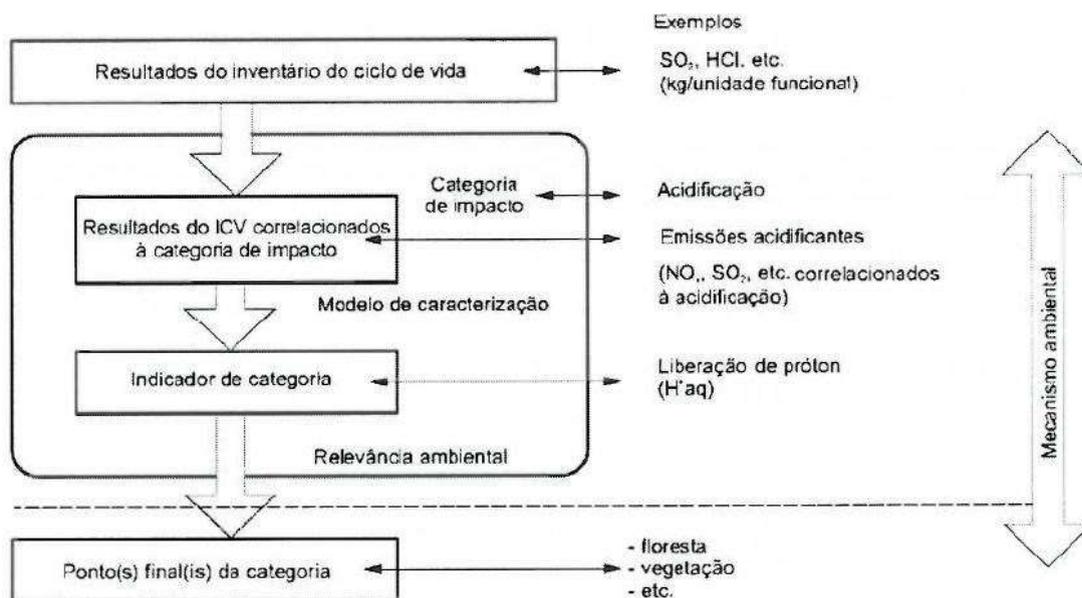
A seleção de categorias de impacto, indicadores de categoria e modelos de caracterização deve ser justificada e consistente com o objetivo e escopo da ACV.

A seleção de categorias de impacto deve refletir um conjunto abrangente de questões ambientais relacionadas ao sistema de produto em estudo, levando em consideração o objetivo e escopo.

O mecanismo ambiental e o modelo de caracterização que correlacionam os resultados do ICV ao indicador de categoria e fornecem uma base para os fatores de caracterização devem ser descritos.

A adequação do modelo de caracterização usado para obter o indicador de categoria no contexto do objetivo e escopo do estudo deve ser descrita. Resultados de ICV que não sejam dados de fluxo da massa e energia incluídos em uma ACV (por exemplo, uso da terra) devem ser identificados e sua relação com os indicadores de categoria correspondentes deve ser determinada.

Para a maioria dos estudos de ACV, categorias de impacto, indicadores de categoria ou modelos de caracterização já existentes serão selecionados. Em alguns casos, no entanto, as categorias de impacto, indicadores de categoria ou modelos de caracterização existentes não são suficientes para satisfazer o objetivo e escopo definidos para a ACV e novas categorias de impacto, indicadores de categoria ou modelos de caracterização têm que ser definidos, caso em que as recomendações desta subseção também se aplicam. A Figura 3 ilustra o conceito de indicadores da categoria com base em um mecanismo ambiental. A categoria de impacto "acidificação" é utilizada na Figura 3 como um exemplo. Cada categoria de impacto tem seu mecanismo ambiental próprio.



**Figura 3 — Conceito de indicadores de categoria**

Os modelos da caracterização refletem o mecanismo ambiental, descrevendo a relação entre os resultados do ICV, indicadores de categoria e, em alguns casos, ponto(s) final(is) de categoria. O modelo de caracterização é utilizado para gerar os fatores de caracterização. O mecanismo ambiental é o somatório dos processos ambientais relacionados à caracterização dos impactos. Os componentes necessários da AICV incluem, para cada categoria de impacto □ identificação do(s) pontos final(is) de categoria,

- definição do indicador de categoria para dado(s) ponto(s) final(is) de categoria,
- identificação dos resultados apropriados do ICV que podem ser correlacionados à categoria de impacto, levando em conta o indicador de categoria escolhido e o(s) ponto(s) final(is) identificado(s) para a categoria, e
- identificação do modelo de caracterização.

Esse procedimento facilita a coleta, correlação e modelagem da caracterização dos resultados apropriados do ICV. Isso também ajuda a ressaltar a validade técnica e científica, pressupostos, escolhas de valores e grau de exatidão no modelo de caracterização.

O indicador de categoria pode ser escolhido em qualquer ponto ao longo do mecanismo ambiental, entre os resultados do ICV e o(s) ponto(s) final(is) de

categoria (ver Figura 3), A Tabela 1 apresenta exemplos de termos utilizados nesta Norma.

A relevância ambiental engloba uma avaliação qualitativa do grau de correlação entre o resultado do indicador de categoria e os pontos finais de categoria; por exemplo, alta, moderada ou baixa correlação.

**Tabela 1 — Exemplos de termos**

<b>Termo</b>	<b>Exemplo</b>
Categoria de impacto	Mudança climática
Resultados do ICV	Quantidade de gás de efeito estufa por unidade funcional
Modelo de caracterização	Modelo de linha de base para 100 anos do Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas - IPCC
Indicador de categoria	Forçamento radiativo infravermelho ( $W/m^2$ )
Fator de caracterização	Potencial de aquecimento global para cada gás de efeito estufa (kg CO <sub>2</sub> -equivalentes/kg gás)
Resultado do indicador de categoria	kg de CO <sub>2</sub> -equivalentes por unidade funcional
Pontos finais da categoria	Recifes de coral, florestas, plantações
Relevância ambiental	O forçamento radiativo infravermelho representa os efeitos potenciais sobre o clima, dependendo da adsorção cumulativa de calor pela atmosfera causada por emissões e da distribuição da absorção de calor ao longo do tempo

Além dos requisitos de 2.3.2.2, as seguintes recomendações se aplicam à seleção de categorias de impacto, indicadores de categoria e modelos de caracterização:

- convém que as categorias de impacto, indicadores de categoria e modelos de caracterização sejam aceitos internacionalmente, isto é, sejam, baseados em um acordo internacional ou aprovados por uma entidade Internacional competente;
- convém que as categorias de impacto representem os impactos agregados das entradas e saídas do sistema de produto sobre o(s) ponto(s) final(is) de categoria através dos indicadores de categoria; o) convém que a escolha de valores e a adoção de pressupostos durante a seleção de categorias de impacto, Indicadores de categoria e modelos de caracterização sejam minimizadas;
- convém que as categorias de impacto, Indicadores de categoria e modelos de caracterização evitem dupla contagem, a menos que isso seja requerido pela definição do objetivo e escopo, por exemplo quando o estudo inclui tanto a saúde humana quanto o potencial carcinogênico;

- convém que o modelo de caracterização para cada indicador de categoria seja científica e tecnicamente válido, esteja baseado em um mecanismo ambiental específico e identificável e/ou em observação empírica reprodutível;
- convém que seja identificado o grau de validade científica e técnica do modelo de caracterização e dos fatores de caracterização;
- convém que os indicadores de categoria sejam ambientalmente relevantes.

Dependendo do mecanismo ambiental e do objetivo e escopo, convém considerar a diferenciação espacial e temporal do modelo de caracterização que correlaciona os resultados do ICV ao indicador de categoria. Convém que o destino e o transporte das substâncias façam parte do modelo de caracterização.

Convém que a relevância ambiental do indicador de categoria ou do modelo de caracterização seja claramente explicitada em termos dos seguintes critérios:

- a capacidade do indicador de categoria em refletir as consequências dos resultados de ICV sobre o(s) ponto(s) final(is) de categoria, ao menos qualitativamente;
- a adição de dados ambientais ou informações ao modelo de caracterização com respeito ao(s) ponto(s) final(is) de categoria, Incluindo
  - ✓ a condição do(s) ponto(s) final(is) de categoria,
  - ✓ a magnitude relativa da mudança avaliada no(s) ponto(s) final(is) de categoria,
  - ✓ os aspectos espaciais, tais como área e escala,
  - ✓ os aspectos temporais, tais como duração, tempo de residência, persistência, momento etc.,
  - ✓ a reversibilidade do mecanismo ambiental, e
  - ✓ a incerteza das correlações entre os indicadores de categoria e os pontos finais de categoria.

### **2.3.2.3 Correlação dos resultados do ICV às categorias de impacto selecionadas (classificação)**

Convém que a correlação dos resultados do ICV às categorias de impacto considere o seguinte, a menos que requerido de outra forma pelo objetivo e escopo:

- correlação dos resultados do ICV que sejam exclusivos para uma categoria de impacto;
- identificação dos resultados do ICV que se correlacionam a mais de uma categoria de impacto, incluindo
  - ✓ distinção entre mecanismos paralelos (por exemplo, o SO<sub>2</sub> é distribuído entre as categorias de impacto saúde humana e acidificação), e
  - ✓ correlação a mecanismos seriais (por exemplo, o NO<sub>x</sub> pode ser classificado para contribuir tanto para a formação de ozônio ao nível do solo quanto para a acidificação).

### **2.3.2.4 Cálculo dos resultados dos indicadores de categoria (caracterização)**

O cálculo dos resultados dos indicadores (caracterização) envolve a conversão dos resultados do ICV para unidades comuns e a agregação dos resultados convertidos dentro da mesma categoria de impacto. Essa conversão utiliza fatores de caracterização. O resultado do cálculo é um resultado numérico do indicador.

O método de cálculo dos resultados dos indicadores deve ser identificado e documentado, incluindo a escolha de valores e pressupostos utilizados. Se os resultados do ICV não estiverem disponíveis ou se a qualidade dos dados não for suficiente para que a AICV satisfaça o objetivo e escopo do estudo, uma coleta de dados iterativa ou um ajuste do objetivo e escopo será necessário.

A utilidade dos resultados dos indicadores para um dado objetivo e escopo depende da exatidão, validade e das características dos modelos de caracterização e fatores de caracterização. A quantidade e a natureza dos pressupostos simplificadores e a escolha de valores utilizadas no modelo de caracterização para o indicador de categoria também variam entre categorias de impacto e podem depender da região geográfica. Existe frequentemente um compromisso entre a simplicidade do modelo de caracterização e sua exatidão.

Variações na qualidade dos indicadores de categoria entre categorias de impacto podem influenciar a exatidão global da ACV por causa, por exemplo, de diferenças quanto a

- complexidade dos mecanismos ambientais entre a fronteira do sistema e o ponto final da categoria,
- características espaciais e temporais, como, por exemplo, a persistência de uma substância no meio ambiente, e □ características de dose-resposta.

Dados adicionais sobre a condição ambiental podem aprimorar o significado e a utilidade dos resultados dos indicadores. Essa questão também pode ser tratada na análise da qualidade dos dados. **2.3.2.5 Dados resultantes após a caracterização**

Após a caracterização e antes dos elementos opcionais descritos em 2.3.3, as entradas e saídas do sistema de produto são representadas, por exemplo, por

- uma compilação discreta dos resultados dos indicadores de categoria da AICV para as diferentes categorias de impacto, denominada perfil da AICV,
- um conjunto de resultados de inventário que são fluxos elementares, mas que não foram correlacionados a categorias de impacto, por exemplo devido à falta de relevância ambiental, e
- um conjunto de dados que não representam fluxos elementares.

### **2.3.3 Elementos opcionais da AICV**

#### **2.3.3.1 Considerações gerais**

Além dos elementos da AICV listados em 2.3.2, elementos opcionais e informações, como listado abaixo, são passíveis de serem utilizados dependendo do objetivo e escopo da ACV:

- normalização: cálculo da magnitude dos resultados dos indicadores de categoria com relação a informações de referência;
- agrupamento: agregação e possível hierarquização das categorias de impacto;
- ponderação: conversão e possível agregação dos resultados dos indicadores entre as diferentes categorias de impacto utilizando fatores numéricos baseados em escolha de valores; convém que os dados anteriores à ponderação permaneçam disponíveis;

- análise da qualidade dos dados: melhor entendimento da confiabilidade da coleção de resultados dos indicadores, o perfil da AICV. Os elementos opcionais da AICV podem utilizar informações externas à estrutura da AICV. Convém que o uso de tais informações seja explicado e a explicação seja reportada.

A aplicação e o uso dos métodos de normalização, agrupamento e ponderação devem ser consistentes com o objetivo e escopo da ACV e devem ser totalmente transparentes. Todos os métodos e cálculos utilizados devem ser documentados para promover a transparência.

### **2.3.3.2 Normalização**

A normalização é o cálculo da magnitude dos resultados dos indicadores de categoria com relação a alguma informação de referência. O objetivo da normalização é entender melhor a magnitude relativa para cada resultado de indicador do sistema de produto em estudo. Trata-se de um elemento opcional que pode ser útil para, por exemplo,

- verificar inconsistências,
- fornecer e comunicar informações sobre a significância relativa dos resultados dos indicadores. e
- preparar procedimentos adicionais, tais como agrupamento, ponderação ou interpretação do ciclo de vida.

A normalização transforma um resultado de indicador pela divisão deste por um valor de referência selecionado. Alguns exemplos de valores de referência são

- as entradas e saídas totais para uma dada área que pode ser global, regional, nacional ou local,
- as entradas e saídas totais para uma dada área em uma base per capita ou outra medida similar, e
- entradas e saídas em um cenário de linha-base, tal como um dado sistema alternativo de produto.

Convém que a seleção do sistema de referência considere a consistência das escalas espacial e temporal do mecanismo ambiental e o valor de referência. A normalização dos resultados dos indicadores pode alterar as conclusões derivadas da fase de AICV. Pode ser desejável utilizar diversos sistemas de referência para mostrar as consequências sobre os resultados de elementos obrigatórios da fase de AICV. Uma análise de sensibilidade pode fornecer

informações adicionais sobre a escolha de dados de referência. O conjunto de resultados normalizados dos indicadores de categoria representa um perfil normalizado da AICV.

#### **2.3.3.3 Agrupamento**

Agrupamento é a reunião de categorias de impacto em um ou mais conjuntos, conforme predefinido na definição do objetivo e escopo, e pode envolver agregação e/ou hierarquização. O agrupamento é um elemento opcional com dois procedimentos possíveis

- agrupar as categorias de impacto em uma base nominal (por exemplo, por características leis como entradas e saídas ou escalas espaciais globais, regionais e locais), ou
- classificar as categorias de impacto de acordo com uma dada hierarquia (por exemplo, alta, média ou baixa prioridade).

A hierarquização é baseada em escolha de valores. Diferentes indivíduos, organizações e sociedades podem ter preferências diferentes; é possível, portanto, que diferentes partes cheguem a diferentes resultados de hierarquização com base nos mesmos resultados de indicadores ou resultados normalizados de indicadores.

#### **2.3.3.4 Ponderação**

A ponderação é o processo de conversão dos resultados de indicadores de diferentes categorias de impacto pela utilização de fatores numéricos baseados em escolha de valores. Pode incluir a agregação dos resultados ponderados de indicadores.

A ponderação é um elemento opcional com dois procedimentos possíveis

- converter os resultados dos indicadores ou resultados normalizados com base em fatores de ponderação e selecionados, ou
- agregar esses resultados convertidos dos indicadores ou resultados normalizados entre as diferentes categorias de impacto.

Os passos da ponderação são baseados em escolha de valores e não são embasados cientificamente. Diferentes Indivíduos, organizações e sociedades podem ter preferências diferentes; é possível, portanto, que partes e diferentes cheguem a resultados de ponderação diferentes com base nos mesmos resultados de indicadores ou resultados normalizados de indicadores. Em uma ACV pode ser desejável utilizar diferentes fatores e métodos de ponderação e

conduzir análises de sensibilidade para avaliar as consequências de diferentes escolhas de valores e métodos de ponderação sobre os resultados da AICV. Convém que os dados e os resultados dos indicadores ou resultados normalizados dos indicadores obtidos antes da ponderação sejam mantidos disponíveis juntamente com os resultados da ponderação. Isso assegura que

- os compromissos e outras informações permaneçam disponíveis para os tomadores de decisão e para outros, e
- os usuários possam apreciar a extensão total e as implicações dos resultados,

#### **2.3.4 Análise adicional da qualidade dos dados da AICV**

Técnicas e informações adicionais podem ser necessárias para se compreender melhor a significância, incerteza e sensibilidade dos resultados da AICV, de modo a

- ajudar a distinguir se diferenças significativas estão ou não presentes,
- identificar resultados não significativos do ICV, ou
- orientar o processo iterativo da AICV.

A necessidade e a escolha das técnicas dependem da exatidão e do nível de detalhamento necessários para satisfazer o objetivo e escopo da ACV.

As técnicas específicas e seus objetivos estão descritos abaixo.

- Análise de contribuição (por exemplo, análise de Pareto) é um procedimento estatístico que identifica aqueles dados que têm a maior contribuição para o resultado do indicador. Esses itens podem então ser investigados com maior prioridade para assegurar a tornada de decisões corretas;
- Análise de Incerteza é um procedimento para determinar como as incertezas nos dados e pressupostos se propagam nos cálculos e como afetam a confiabilidade dos resultados da AICV.
- Análise de sensibilidade é um procedimento para determinar como mudanças nos dados e nas escolhas metodológicas afetam os resultados da AICV.

Em conformidade com a natureza iterativa da ACV, o resultado dessa análise da qualidade dos dados da AICV pode conduzir a uma revisão da fase de ICV.

#### **2.3.5 AICV para uso em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente**

Uma AICV que se pretende utilizar em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente deve empregar um conjunto suficientemente abrangente de indicadores de categoria. A comparação deve ser conduzida por indicador de categoria. Uma AICV não deve representar a única base para afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente quanto à superioridade ou equivalência ambiental em geral, uma vez que informações adicionais serão necessárias para se superar algumas das limitações inerentes da AICV. Escolha de valores, exclusão de informações espaciais e temporais e sobre valores limites e dose-resposta, abordagem relativa e a variação na precisão entre categorias de impacto são exemplos de tais limitações. Os resultados de AICV não prevêm impactos sobre os pontos finais de categoria, ultrapassagem de valores-limites, margens de segurança ou riscos.

Os indicadores de categoria que se pretende utilizar em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente devem no mínimo ser

- válidos científica e tecnicamente, ou seja, utilizar um mecanismo ambiental específico e identificável e/ou observação empírica reprodutível, e
- ambientalmente relevantes, ou seja, ter ligações suficientemente claras com o(s) ponto(s) final(is) da categoria, incluindo características espaciais e temporais, mas não se limitando a elas.

Convém que os indicadores de categoria que se pretende utilizar em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente sejam aceitos internacionalmente.

A ponderação, como descrita em 2.3.3.4 não deve ser aplicada em estudos de ACV que se pretende utilizar em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente.

Uma análise dos resultados quanto à sensibilidade e incerteza deve ser conduzida para estudos que se pretende utilizar em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente. **2.4 Interpretação do ciclo de vida**

#### **2.4.1 Considerações gerais**

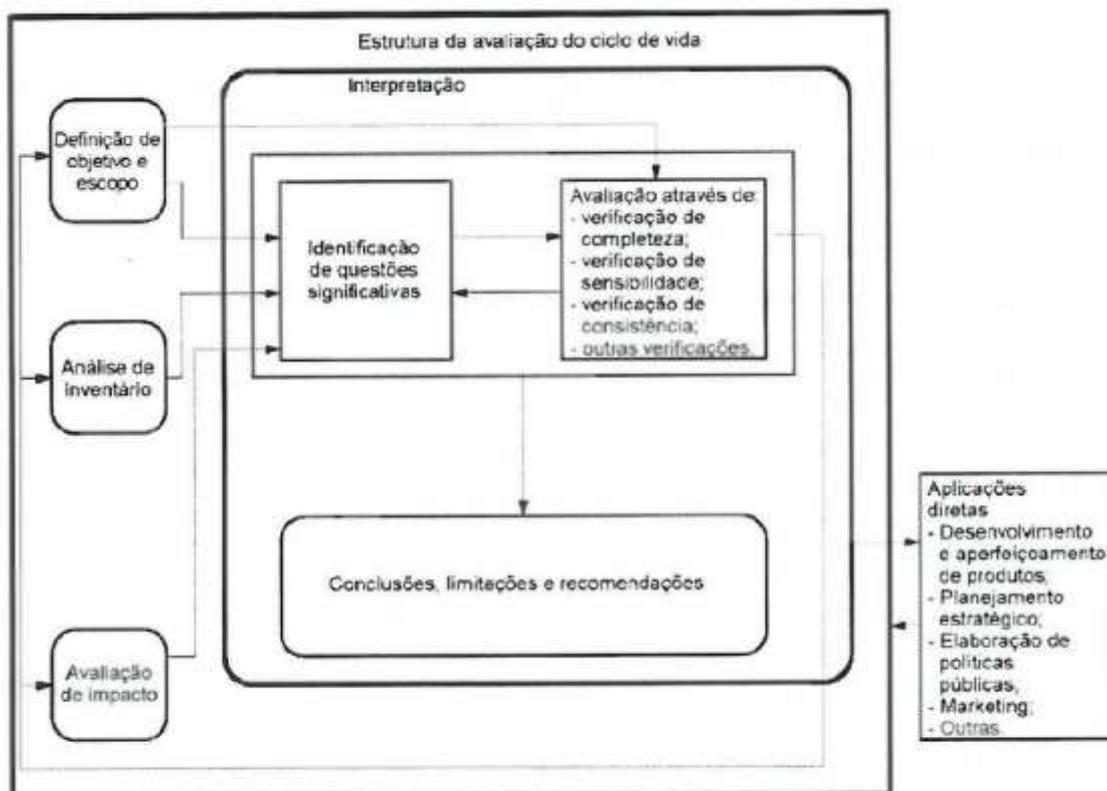
A fase de interpretação do ciclo de vida de um estudo de ACV ou ICV inclui diversos elementos como delineado na Figura 4 e destacado a seguir

- identificação das questões significativas com base nos resultados das fases de ICV e AICV da ACV;

- uma avaliação do estudo, considerando verificações de completude, sensibilidade e consistência;
- conclusões, limitações e recomendações

O relacionamento da fase de interpretação com outras fases da ACV é representado na Figura 4.

As fases de definição do objetivo e escopo e de interpretação da avaliação do ciclo de vida enquadram o estudo, enquanto que as outras fases da ACV (ICV e AICV) produzem informações sobre o sistema de produto.



**Figura 4 — Relacionamento dos elementos da fase de interpretação com as outras fases da ACV**

Os resultados das fases de ICV ou AICV devem ser interpretados de acordo com o objetivo e escopo do estudo e a interpretação deve incluir uma avaliação e uma verificação de sensibilidade em relação às entradas, saídas e escolhas metodológicas significativas, visando ao entendimento da incerteza dos resultados.

Em relação ao objetivo do estudo, a interpretação deve considerar também o seguinte:

- adequação das definições das funções do sistema, da unidade funcional e da fronteira do sistema;
- limitações identificadas por meio da avaliação da qualidade dos dados e pela análise de sensibilidade.

A documentação relativa à avaliação da qualidade dos dados, às análises de sensibilidade, conclusões e quaisquer recomendações com respeito aos resultados de ICV e AICV deve ser verificada.

Convém que os resultados do ICV sejam interpretados com cuidado, uma vez que eles se referem aos dados de entrada e saída e não aos impactos ambientais. Adicionalmente, incertezas são introduzidas nos resultados de um ICV devido aos efeitos combinados das incertezas nas entradas e variabilidade dos dados. Uma abordagem é caracterizar-se a incerteza nos resultados por faixas e/ou distribuições de probabilidade. Convém que, sempre que possível, tal análise seja realizada a fim de melhor explicar e apoiar as conclusões do ICV.

Informações adicionais e exemplos sobre a fase de interpretação do ciclo de vida podem ser encontrados no Anexo B (informativo).

#### **2.4.2 Identificação de questões significativas**

O objetivo deste elemento é estruturar os resultados das fases de ICV ou AICV para ajudar a determinar as questões significativas, de acordo com a definição de objetivo e escopo, e interativamente com o elemento avaliação. O propósito dessa interação é considerar as implicações dos métodos utilizados, os pressupostos adotados etc. nas fases precedentes, tais como regras de alocação, decisões de corte, seleção de categorias de impacto, indicadores de categoria e modelos.

São exemplos de questões significativas

- dados de inventário, tais como energia, emissões, descargas, resíduos,
- categorias de impacto, tais como uso de recursos, mudança climática,
- contribuições significativas de estágios do ciclo de vida para os resultados de ICV ou AICV, tais como processos elementares individuais ou grupos de processos como transporte e produção de energia.

Uma variedade de abordagens, métodos e ferramentas específicos está disponível para identificar questões ambientais e determinar sua significância.

Quatro tipos de informação são requeridos das fases precedentes da ACV:

- as conclusões das fases precedentes (ICV, AICV) que devem ser reunidas e estruturadas em conjunto com informações sobre a qualidade dos dados;
- escolhas metodológicas, tais como regras de alocação e fronteira do sistema provenientes do ICV e indicadores de categoria e modelos usados na AICV;
- as escolhas de valores utilizadas no estudo, como estabelecido na definição de objetivo e escopo;

Quando for constatado que os resultados das fases precedentes (ICV, AICV) atendem aos requisitos do objetivo e escopo do estudo, a significância desses resultados deve então ser determinada. Todos os resultados relevantes disponíveis na ocasião devem ser reunidos e consolidados para análise adicional, incluindo informações sobre a qualidade dos dados.

### **2.4.3 Avaliação**

#### **2.4.3.1 Considerações gerais**

Os objetivos do elemento avaliação são estabelecer e aumentar o grau de certeza e a confiabilidade dos resultados do estudo de ACV ou ICV, incluindo as questões significativas identificadas no primeiro elemento da interpretação. Convém que os resultados da avaliação sejam apresentados de modo a proporcionar ao solicitante do estudo ou a qualquer outra parte interessada uma visão clara e compreensível do resultado do estudo.

A avaliação deve ser efetuada em conformidade com o objetivo e escopo do estudo.

Durante a avaliação, o uso das seguintes três técnicas deve ser considerado:

- verificação de completeza (ver 2.4.3.2);
  - verificação de sensibilidade (ver 2.4.3.3);
- verificação de consistência (veja 2.4.3.4).

Convém que os resultados da análise de incerteza e da análise da qualidade dos dados suplementem essas verificações.

Convém que a avaliação leve em consideração o uso final pretendido para os resultados do estudo.

### **2.4.3.2 Verificação de completeza**

O objetivo da verificação de completeza é assegurar que todas as informações relevantes e os dados necessários para a interpretação estejam disponíveis e completos. Se alguma Informação relevante estiver ausente ou incompleta, deve ser considerada a necessidade de tal informação para satisfazer o objetivo e escopo da ACV. Essa constatação e sua justificativa devem ser registradas. Se qualquer informação relevante, considerada necessária para a determinação das questões significativas, estiver ausente ou incompleta, convém que as fases precedentes (ICV, AICV) sejam revisadas ou, alternativamente, que a definição do objetivo e escopo seja ajustada. Se as informações faltantes forem consideradas desnecessárias, convém que as razões para essa conclusão sejam registradas.

### **2.4.3.3 Verificação de sensibilidade**

O objetivo da verificação de sensibilidade é avaliar a confiabilidade dos resultados finais e conclusões, determinando de que forma eles são afetados por incertezas nos dados, métodos de alocação ou cálculo dos resultados dos indicadores de categoria etc.

A verificação de sensibilidade deve incluir os resultados das análises de sensibilidade e de incerteza, caso estas tenham sido executadas nas fases precedentes (ICV, AICV).

Em uma verificação de sensibilidade, devem ser considerados

- as questões predeterminadas pelo objetivo e escopo do estudo,
- os resultados de todas as outras fases do estudo, e
- pareceres de especialistas e experiências anteriores.

Quando se pretende utilizar uma ACV em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente, o elemento avaliação deve incluir declarações explicativas baseadas em análises detalhadas de sensibilidade.

O nível de detalhamento requerido na verificação de sensibilidade depende principalmente das conclusões da análise do inventário e da avaliação de impacto, caso conduzida.

O resultado da verificação de sensibilidade determina a necessidade de uma análise de sensibilidade mais abrangente e/ou precisa, bem como evidencia efeitos aparentes nos resultados do estudo.

A incapacidade de uma verificação de sensibilidade em identificar diferenças entre diferentes alternativas estudadas não leva automaticamente à conclusão de que tais diferenças não existam. A inexistência de quaisquer diferenças significativas pode ser o resultado final do estudo.

#### **2.4.3.4 Verificação de consistência**

O objetivo da verificação de consistência é determinar se os pressupostos, métodos e dados são consistentes com o objetivo e escopo.

Se relevantes para o estudo de ACV ou ICV, as seguintes questões devem ser consideradas.

- As diferenças na qualidade dos dados ao longo do ciclo de vida de um sistema se produto e entre diferentes sistemas de produto são consistentes com o objetivo e escopo do estudo?
- As diferenças regionais e/ou temporais, se existentes, foram aplicadas de forma consistente?
- As regras de alocação e a fronteira do sistema foram aplicadas de forma consistente a todos os sistemas de produto?
- Os elementos da avaliação de Impacto foram aplicados de forma consistente?

#### **2.4.4 Conclusões, limitações e recomendações**

O objetivo desta parte da interpretação do ciclo de vida é chegar a conclusões, identificar limitações e fazer recomendações para o público-alvo da ACV. Conclusões devem ser geradas a partir do estudo. Convém que isso seja feito de forma iterativa com os outros elementos da fase de interpretação do ciclo de vida. Uma sequência lógica para o processo é apresentada a seguir:

- identificar as questões significativas;
- avaliar a metodologia e os resultados quanto á completeza, sensibilidade e consistência;
- esboçar conclusões preliminares e verificar se estas são consistentes com os requisitos do objetivo e escopo do estudo, incluindo, em particular, requisitos de qualidade dos dados, pressupostos e valores pré-definidos, limitações metodológicas e do estudo e requisitos voltados à aplicação;

- se as conclusões forem consistentes, reportá-las como conclusões finais: caso contrário, retornar aos passos anteriores a), b) ou c) conforme apropriado

As recomendações devem estar baseadas nas conclusões finais do estudo e devem refletir uma consequência lógica e razoável dessas conclusões. Sempre que for apropriado para o objetivo e escopo do estudo, convém que recomendações específicas para os tomadores de decisão sejam explicadas. Convém que as recomendações estejam relacionadas à aplicação pretendida.



## RELATÓRIO DE PROJETO

Avaliação do Ciclo de Vida comparativa entre  
Copos Descartáveis e Copos Reutilizáveis



**Braskem**

Junho de 2015

# ÍNDICE

1		
2		
3	Índice.....	ii
4	Lista de Abreviaturas.....	4
5	Lista de Figuras e Tabelas .....	5
6	Sobre a ACV Brasil .....	8
7	Sumário Executivo.....	9
8	Objetivo e Escopo.....	10
9	A. Objetivo.....	10
10	B. Escopo .....	10
11	Função, Unidade Funcional e Fluxo de Referência.....	10
12	Descrição dos Produtos estudados .....	11
13	Sistemas dos produtos e Fronteiras .....	13
14	Procedimentos de Alocação .....	15
15	Categorias e Método de Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida .....	16
16	Pressupostos e Limitações .....	17
17	Qualidade dos dados e Sensibilidade.....	17
18	Revisão Crítica .....	18
19	Inventário do Ciclo de Vida .....	19
20	A. Coleta de Dados .....	19
21	B. Hipóteses.....	19
22	Extração da matéria-prima.....	19
23	Transformação .....	20
24	Uso .....	20
25	Distribuição .....	21
26	Descarte .....	21
27	C. Dados coletados.....	21
28	D. Validação dos dados.....	21
29	Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida .....	23
30	Análises de Sensibilidade e Análise de Cenário .....	27
31	Análise de Incerteza .....	28
32	A. Incerteza dos Dados do Inventário .....	28
33	B. Incerteza do Método de AICV .....	28
34	Revisão Crítica.....	29



72	<b>Resultados .....</b>	<b>30</b>
73	<b>A. Análise da Qualidade dos Dados .....</b>	<b>30</b>
74	<b>B. Resultados da ACV Comparativa entre Copos Descartáveis de pp e Reutilizáveis de</b>	
75	<b>pp, vidro e cerâmica .....</b>	<b>31</b>
76	<b>C.Resultados das Análises de Sensibilidade .....</b>	<b>32</b>
77	Distância de distribuição .....	32
78	Quantidade de copos reutilizáveis, considerando 60, 100 e 140 copos .....	34
79	Descarte dos copos de PP e vidro .....	35
80	Lavagem manual dos copos reutilizáveis .....	36
81	Uso individualizado de copos reutilizáveis .....	37
82	Comparativo entre copo descartável e somente a etapa de lavagem dos copos	
83	reutilizáveis .....	38
84	Variação da distância padrão de transporte para insumos considerando 75 km e	
85	225 km .....	39
86	Variação da distância padrão para o descarte de copos pós-uso considerando	
87	125 km e 375 km .....	39
88	Variação do consumo de energia na etapa de reciclagem do PP variando de 0,3	
89	kWh a 0,9 kWh .....	39
90	Resultados de ACV comparativa entre copo descartável de pp e copos reutilizáveis de	
91	cerâmica, vidro e pp (outro método de impacto) .....	40
92	<b>Aplicações e Conclusões .....</b>	<b>42</b>
93	<b>A. Aplicações .....</b>	<b>42</b>
94	<b>B. Conclusões .....</b>	<b>43</b>
95	<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>45</b>
96	<b>Anexo A – Apresentação de Método Recomendado .....</b>	<b>48</b>
97	<b>Anexo B – Matriz de Pedigree .....</b>	<b>50</b>
98	<b>Anexo C – Descritivo de dados utilizados .....</b>	<b>51</b>
99	<b>A. Copo descartável de PP .....</b>	<b>51</b>
100	<b>B. Copo reutilizável de Cerâmica .....</b>	<b>55</b>
101	<b>C.Copo reutilizável de Vidro.....</b>	<b>56</b>
102	<b>D. Copo reutilizável de Vidro.....</b>	<b>58</b>
103	<b>E. Processos de lavagem .....</b>	<b>60</b>
104	<b>Anexo D – Processos selecionados noecoinvent .....</b>	<b>61</b>
105	<b>A. Copo descartável de PP .....</b>	<b>61</b>
106	<b>B. Copo reutilizável de Cerâmica .....</b>	<b>63</b>
107	<b>C. Copo reutilizável de Vidro .....</b>	<b>64</b>
108	<b>D. Copo reutilizável de PP .....</b>	<b>65</b>
109	<b>E. Processos de lavagem .....</b>	<b>66</b>

110

111

## 112 LISTA DE ABREVIATURAS

113

114 ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

115 ACV - Avaliação do Ciclo de Vida

116 ADP - Abiotic Depletion Potential

117 AICV - Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida

118 ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

119 AP - Acidification Potential

120 CML - Chain Management by Life Cycle Assessment

121 FAETP - Freshwater Aquatic EcoToxicity Potential

122 GWP - Global Warming Potential

123 HTP - Human Toxicity Potential

124 ISO - International Organization for Standardization

125 MAETP - Marine Aquatic EcoToxicity Potential

126 NP - Nutrification Potential

127 ODP - Ozone Depletion Potential

128 POCP - Photochemical Ozone Creation Potential

129 REDUC - Refinaria de Duque de Caxias

130 REVAP - Refinaria Henrique Lage

131 SETAC - Society of Environmental Toxicology and Chemistry

132 TETP - Terrestrial Aquatic EcoToxicity Potential

133 UNECE - United Nations Economic Commission for Europe

134 UNEP - United Nations Environment Programme

135 UNIB 4 - Unidade Industrial da Braskem 4

136 UNIB BA - Unidade Industrial da Braskem Bahia

137 USES-LCA - Uniform System for the Evaluation of Substances adapted for LCA

138 WMO - World Meteorological Organisation

139

## 140 LISTA DE FIGURAS E TABELAS

141 Figura 1. Relação das características de comparação dos objetos do estudo .....

142 11

143 Figura 2. Esquema representativo do sistema de produto copo descartável de pp. ....

144 14

145 Figura 3. Esquema representativo do sistema de produto copo reutilizável de pp. ....

146 14

147 Figura 4. Esquema representativo do sistema de produto copo reutilizável de vidro. ....

148 15

149	Figura 5. Esquema representativo do sistema de produto copo reutilizável de cerâmica. ....
150	15
151	Figura 6. Exemplo de ilustração para a abordagem 50%/50%. ....
152	16
153	Figura 7. Quadro explicativo das categorias de impacto e em nível de inventário
154	consideradas .....
155	24
156	Figura 8. Avaliação comparativa entre o copo descartável de pp e copos reutilizáveis de
157	cerâmica, vidro e pp .....
158	31
159	Figura 9. Avaliação comparativa entre os copos reutilizáveis (excluindo a etapa de lavagem)
160	.....
161	32
162	Figura 10. Comparativo de análise de sensibilidade considerando distância de distribuição
163	200 km.....
164	33
165	Figura 11. Comparativo de análise de sensibilidade considerando distância de distribuição
166	2000 km .....
167	33
168	Figura 12. Comparação de sensibilidade considerando 60 copos reutilizáveis .....
169	34
170	Figura 13. Comparação de sensibilidade considerando 140 copos reutilizáveis .....
171	35
172	Figura 14. Análise de sensibilidade do cenário de descarte dos copos recicláveis de pp .....
173	36
174	Figura 15. Análise de cenário com lavagem manual dos copos reutilizáveis .....
175	37
176	Figura 16. Análise de sensibilidade com uso individualizado de copos reutilizáveis .....
177	38
178	Figura 17. Avaliação comparativa entre 1 copo de pp descartável com 1 lavagem manual
179	e 1 lavagem mecânica .....
180	39
181	Figura 18. Avaliação comparativa com método ACV Brasil .....
182	41
183	Figura 19. Matriz de Pedigree com índices e categorias de qualidade .....
184	50
185	Figura 20. Análise de contribuição das etapas do ciclo de vida do copo de pp .....
186	69
187	Figura 21. Análise de contribuição das etapas do ciclo de vida do copo de cerâmica .....
188	70
189	Figura 22. Análise de contribuição das etapas do ciclo de vida do copo de vidro .....
190	70
191	Figura 23. Análise de contribuição das etapas do ciclo de vida do copo reutilizável de pp....
192	71
193	Figura 24. Cenário comparativo entre os dados utilizados nesse estudo (ovam 2006) e dados de melhor qualidade obtidos em manual de máquina de lavar louça com ciclo de lavagem

194	para 40 e 60 copos .....	
195	73	
196		
197	Tabela 1. Faixas de classificação da qualidade dos dados .....	
198	18 Tabela 2. Relação dos indicadores e níveis de qualidade da Matriz de Pedigree	
199	considerados.	
200	.....	
201	50	
202	Tabela 3. Dados do processo de produção de propeno na unib 4 .....	
203	51	
204	TABELA 4. DADOS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PROPENO NA UNIB BA .....	51
205	Tabela 5. Dados do processo de polimerização e extrusão para produção de pp .....	
206	53	
207	Tabela 6. Dados do processo de extrusão e termoformagem para produção de copo de pp	
208	54	
209	Tabela 7. Processo de uso do copo descartável de pp .....	
210	54	
211	Tabela 8. Dados do cenário de descarte do copo descartável de pp .....	
212	54	
213	Tabela 9. Dados do processo de reciclagem do copo descartável de pp .....	
214	55	
215	Tabela 10. Processo de uso do copo reutilizável de cerâmica .....	
216	56 Tabela 11. Dados do cenário de descarte de copo reutilizável de cerâmica	
217	..... 56	
218	Tabela 12. Processo de uso do copo reutilizável de vidro .....	
219	57	
220	Tabela 13. Dados do cenário de descarte do copo reutilizável de vidro .....	
221	57	
222	Tabela 14. Processo de reciclagem do copo reutilizável de vidro .....	
223	58	
224	Tabela 15. Dados do processo de injeção para produção do copo reutilizável de pp .....	
225	58	
226	Tabela 16. Processo de uso do copo reutilizável de pp .....	
227	58	
228	Tabela 17. Dados do cenário de descarte do copo reutilizável de pp .....	
229	59	
230	Tabela 18. Processo de reciclagem do copo reutilizável de pp .....	
231	59	
232	Tabela 19. Dados do processo de lavagem mecânica de copos .....	
233	60	
234	Tabela 20. Dados do processo de lavagem manual de copos .....	
235	60 Tabela 21. Conexão com a base de dadosecoinvent para o processo de produção de	
236	propeno na unib ba .....	
237	61	

238	Tabela 22. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo de produção de
239	propeno na unib 4 .....
240	61
241	Tabela 23. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo de polimerização e
242	extrusão para produção de pp .....
243	62
244	Tabela 24. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo de extrusão e
245	termoformagem para produção de copo de pp .....
246	62
247	Tabela 25. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo de uso do copo
248	descartável de pp .....
249	63
250	Tabela 26. Conexão com a base de dados ecoinvent para o cenário de descarte do copo
251	descartável de pp .....
252	63
253	Tabela 27. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo de reciclagem do copo
254	descartável de pp .....
255	63
256	Tabela 28. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo de uso do copo
257	reutilizável de cerâmica .....
258	63
259	Tabela 29. Conexão com a base de dados ecoinvent para o cenário de descarte do copo
260	reutilizável de cerâmica .....
261	64
262	Tabela 30. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo de uso do copo
263	reutilizável de vidro .....
264	64
265	Tabela 31. Conexão com a base de dados ecoinvent para o cenário de descarte do copo
266	reutilizável de vidro .....
267	64
268	Tabela 32. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo de reciclagem do copo
269	reutilizável de vidro .....
270	65
271	Tabela 33. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo do processo de injeção
272	para produção do copo reutilizável de pp .....
273	65
274	Tabela 34. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo de uso do copo
275	reutilizável de pp .....
276	65
277	Tabela 35. Conexão com a base de dados ecoinvent para o cenário de descarte do copo
278	reutilizável de pp .....
279	65
280	Tabela 36. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo de reciclagem do copo

281 reutilizável de pp .....  
 282 66  
 283 Tabela 37. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo de lavagem mecânica  
 284 de copos .....  
 285 66  
 286 Tabela 38. Conexão com a base de dados ecoinvent para o processo de lavagem manual de  
 287 copos .....  
 288 66 Tabela 39. Processos de destinação de resíduos selecionados no ecoinvent e adaptados  
 289 para a realidade  
 290 brasileira..... 67 Tabela  
 291 42. Dados do processo de lavagem considerando 40 copos ..... 72  
 292 Tabela 43. Dados do processo de lavagem considerando 60 copos .....  
 293 72  
 294  
 295

## 296 **SOBRE A ACV BRASIL**

297

298 A ACV Brasil nasce dos interesses comuns de profissionais e pesquisadores em  
299 contribuir ao processo de desenvolvimento da sociedade e da economia, em busca de  
300 patamares mais sustentáveis. Alcança-se isso com a realização de estudos que orientem  
301 mudanças em processos produtivos, na direção do uso racional de recursos e de padrões de  
302 consumo justos e em conformidade com a capacidade de oferta dos ecossistemas.

303 A atuação da ACV Brasil abrange o ciclo de vida de produtos e serviços. A empresa é  
304 parceira da PRé Consultants, desenvolvedora do software SimaPro®, líder em Avaliação do  
305 Ciclo de Vida, bem como da ifu Hamburg GmbH, desenvolvedora do Umberto®. Acompanha  
306 ainda o desenvolvimento do Life Cycle Initiative, da UNEP e da SETAC.

307 Mais informações podem ser encontradas em [www.acvbrasil.com.br](http://www.acvbrasil.com.br).

308 Este relatório foi preparado pela ACV Brasil e todas as questões devem ser  
309 encaminhadas à empresa, utilizando-se os seguintes contatos: **ACV Brasil**  
310 [acvbrasil@acvbrasil.com.br](mailto:acvbrasil@acvbrasil.com.br)

311 **+55 41 3044 5977**

312

## SUMÁRIO EXECUTIVO

A Avaliação do ciclo de vida (ACV) é reconhecida internacionalmente como uma poderosa técnica para avaliar o impacto ambiental potencial de um produto ou serviço. Ela pode também prestar-se ao suporte à tomada de decisão e auxiliar na comparação entre dois ou mais materiais, produtos ou serviços.

A técnica de ACV é baseada no pensamento do ciclo de vida e leva em consideração todos os processos e fluxos ambientais, desde a extração da matéria-prima até a disposição final.

No Brasil, a ACV tem auxiliado as indústrias na tomada de decisões para melhoria de processos, produtos e serviços, podendo até chegar ao consumidor final por meio das declarações de impacto ambiental de produtos.

Seguindo esta tendência e alinhada com a preocupação mundial pela qualidade do meio ambiente, a Braskem está promovendo este estudo de ACV comparativo buscando identificar a melhor solução ambiental para servir água em ambientes corporativos, dentre as alternativas comerciais copos descartáveis de PP e copos reutilizáveis de PP, vidro e cerâmica.

Para a modelagem da produção dos copos de PP, os dados primários foram fornecidos pela Braskem (indústria de produção do polipropileno). Já para a modelagem da produção dos demais copos, os dados foram obtidos em base de dados internacional.

O copo descartável de PP apresenta menor potencial de impacto para as categorias eutrofização, uso da água, transformação e ocupação da terra e toxicidade humana.

De maneira geral, os copos reutilizáveis de vidro, PP e cerâmica apresentam menor potencial de impacto para as categorias esgotamento abiótico, aquecimento global e acidificação.

Dada a variação dos resultados na análise de sensibilidade e avaliação com outro método de impacto, as categorias oxidação fotoquímica, ecotoxicidade e depleção da camada de ozônio são inconclusivas.

Os resultados de qualquer ACV dão-se em função de muitos parâmetros, incluindo hipóteses e limitações. Assim, os valores finais e as conclusões deste estudo somente devem ser utilizados seguindo o contexto e limitações apresentados neste Relatório.

## OBJETIVO E ESCOPO

347 **A. OBJETIVO**

348 De acordo com a norma ABNT NBR ISO 14040, o objetivo de um estudo de ACV deve  
349 declarar:

350 i. A aplicação pretendida, ii. As razões para a execução do estudo, iii. O público alvo e,  
351 iv. A existência ou inexistência da intenção de se utilizar os resultados para  
352 afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente.

353 Para o presente estudo, os resultados da ACV serão aplicados na avaliação  
354 comparativa de quatro sistemas de produto: copo descartável de PP e copos reutilizáveis de  
355 PP, vidro e cerâmica. A razão para execução do estudo é identificar qual a melhor solução  
356 ambiental no Brasil para o ano base de 2013, entre os sistemas de produtos mencionados  
357 acima. Adicionalmente, pretende-se usar os resultados para afirmações comparativas, cujo  
358 público alvo é representado por consumidores intermediários e fornecedores.

359

360 **B. ESCOPO**

361 A forma como a avaliação será concebida perfaz quatro sistemas de produto para  
362 cada material em análise: Copo descartável de PP, copo reutilizável de PP, copo reutilizável  
363 de vidro e copo reutilizável de cerâmica.

364

365 ***FUNÇÃO, UNIDADE FUNCIONAL E FLUXO DE REFERÊNCIA***

366 Considera-se como função dos produtos, o fim servir água potável para pessoas em  
367 ambiente corporativo. A unidade funcional destas avaliações refere-se ao conteúdo, em  
368 termos volumétricos, que os copos comportam, conforme Figura 1. Os fluxos de referência  
369 seguem a relação da quantidade de produtos suficientes para cumprir a unidade funcional.  
370 Para efeito deste estudo, considerou-se que o desempenho técnico entre os sistemas é  
371 equivalente.

372

COPOS EM AMBIENTES CORPORATIVOS	
<b>FUNÇÃO</b>	Servir água potável para pessoas, em ambiente corporativo
<b>UNIDADE FUNCIONAL</b>	Servir 25 mil litros de água, para 100 pessoas em ambiente corporativo
<b>FLUXOS DE REFERÊNCIA</b>	62500 copos descartáveis de PP, 100 copos reutilizáveis de PP com 62500 lavagens, 100 copos reutilizáveis de vidro com 62500 lavagens e 100 copos reutilizáveis de cerâmica com 62500 lavagens

286 FIGURA 1. RELAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE COMPARAÇÃO DOS OBJETOS DO ESTUDO

287

288 **DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS ESTUDADOS**

289

### COPO DE PP DESCARTÁVEL

Massa unitária: 1,88 g de PP

Capacidade: 200 ml Escopo geográfico: Brasil



Fonte: BPSL

**EXTRAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA:** O ciclo do copo de PP começa pela extração do petróleo que após o craqueamento dá origem à nafta, propano e etano, principais insumos utilizados para produção do polipropileno. Nas unidades de produção do propeno, os insumos são processados para produção do propeno. Em seguida ele é polimerizado ao polipropileno, matéria-prima para produção do copo de PP.

**TRANSFORMAÇÃO:** Nas fábricas transformadoras de copos plásticos, o polipropileno, que chega por transporte rodoviário, passa pelo processo de transformação, que envolve uma extrusão e uma termoformagem.

**DISTRIBUIÇÃO:** Após a produção, os copos de PP são transportados por rodovias até os clientes que irão utilizá-los.

**USO E DESCARTE:** Com objetivo de servir água, os copos de PP são utilizados. Após o uso, os copos de PP são descartados sendo que parte dos copos é reciclada, parte vai para aterro e outra parte vai para lixão.

## COPOS REUTILIZÁVEIS DE PP

Massa unitária: 20 g de PP

Capacidade: 200 ml

Escopo geográfico: Brasil



Fonte: WebstaurantStore

**EXTRAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA:** O ciclo do copo de PP começa pela extração do petróleo que após o craqueamento dá origem à nafta, propano e etano, principais insumos utilizados para produção do polipropileno. Nas unidades de produção do propeno, os insumos são processados para produção do propeno. Em seguida ele é polimerizado ao polipropileno, matéria-prima para produção do copo de PP.

**TRANSFORMAÇÃO:** Nas fábricas transformadoras de copos plásticos, o polipropileno, que chega por transporte rodoviário, passa pelo processo de transformação, que envolve uma extrusão e uma termoformagem.

**DISTRIBUIÇÃO:** Após a produção, os copos de PP são transportados por rodovias até os clientes que irão utilizá-los.

**USO E DESCARTE:** Com objetivo de servir água, os copos de PP são utilizadas, lavados e reutilizados em um ciclo com duração de 1 ano. Adotou-se a lavagem mecânica como cenário padrão e a lavagem manual como um cenário de sensibilidade. Após o uso, os copos de PP são descartados sendo que parte dos copos é reciclada, parte vai para aterro e outra parte vai para lixão.

## COPOS REUTILIZÁVEIS DE VIDRO

Massa unitária: 115 g de vidro

Capacidade: 200 ml

Escopo geográfico: Brasil



Fonte: Danfa Glass

**EXTRAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA:** O ciclo do copo de vidro começa pela extração da areia, que dá origem à sílica. Em seguida, a sílica é misturada normalmente à barrilha e ao calcário.

**PRODUÇÃO:** Nas fábricas de vidro, a mistura é fundida em fornos de alta temperatura e depois resfriada. Ao longo do processo de resfriamento, os copos de vidro são moldados.

**DISTRIBUIÇÃO:** Após a produção, os copos de vidro são transportados por rodovias até os clientes que irão utilizá-los.

**USO E DESCARTE:** Com objetivo de servir água, os copos de vidro são utilizados, lavados e reutilizados em ciclo com duração de 1 ano. Adotou-se a lavagem mecânica como cenário padrão e a lavagem manual como um cenário de sensibilidade. Após o uso e reuso, parte

dos copos é reciclada, parte vai para aterro e outra parte vai para lixão.

## COPOS REUTILIZÁVEIS DE CERÂMICA

Massa unitária: 190 g de cerâmica

Capacidade: 200 ml Escopo geográfico: Brasil



Fonte: Dil Se Bol

**EXTRAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA:** O ciclo de vida de cerâmica começa pela extração da argila, composta por silicato e alumina hidratados.

**PRODUÇÃO:** Nas fábricas de copo de cerâmica, a argila é moída por via úmida, moldada e secada. Em seguida, os copos passam por processo de acabamento, normalmente com uso de esmalte. Após o acabamento, os copos são queimadas e resfriadas.

**DISTRIBUIÇÃO:** Após a produção, os copos de cerâmica são transportados por rodovias até os clientes que irão utiliza-los.

**USO E DESCARTE:** Com objetivo de servir água, os copos de cerâmica são utilizados, lavados e reutilizados em ciclo com duração de 1 ano. Adotou-se a lavagem mecânica como cenário padrão e a lavagem manual como um cenário de sensibilidade. Após o uso e reuso, parte vai para aterro e outra parte vai para lixão.

373

374

### 375 *SISTEMAS DOS PRODUTOS E FRONTEIRAS*

376 A Figura 2, a Figura 3, a Figura 4 e a Figura 5 abaixo representam os sistemas dos  
377 produtos: Copos descartável de PP, copo reutilizável de PP, copo reutilizável de vidro e copo  
378 reutilizável de cerâmica, respectivamente. Quando se opta por utilizar uma base de dados  
379 de ACV, nesse caso a base de dados ecoinvent, automaticamente são conectados ao sistema  
380 do produto diversos processos interligados de produção de materiais, combustíveis,  
381 eletricidade e calor.

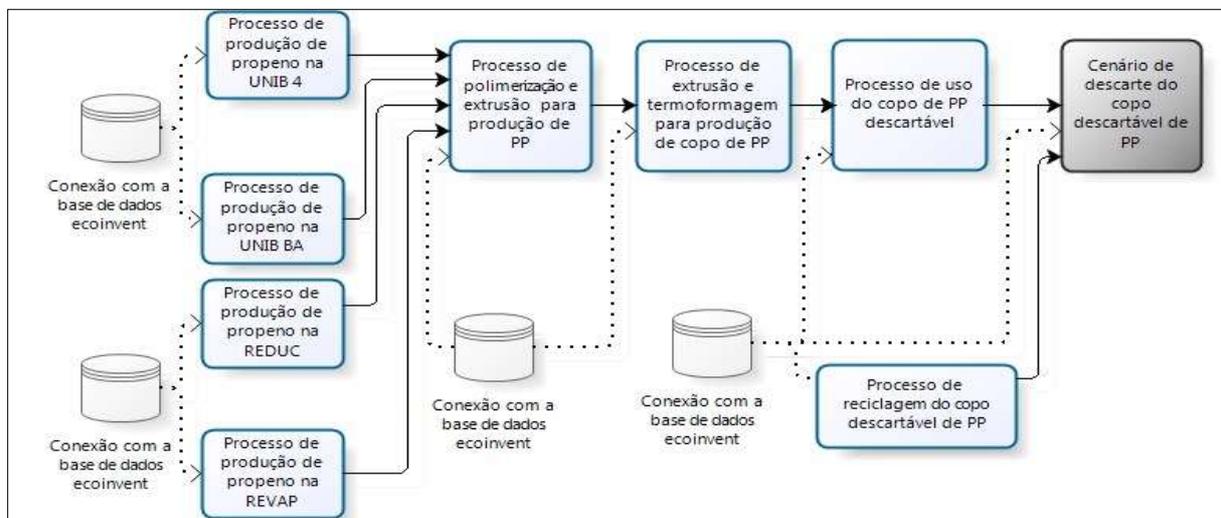
382 É comum que essa rede de processos contenha milhares de processos,  
383 impossibilitando a reprodução gráfica de todo o sistema de produto. Portanto, os sistemas  
384 de produtos apresentados abaixo visam representar os principais processos relacionados à  
385 produção de cada produto. As setas representam o transporte e todas as entradas e saídas  
386 dos processos são detalhadas no Anexo C – Descritivo de dados utilizados. As conexões com  
387 a base de dados ecoinvent estão detalhadas no Anexo D – Processos selecionados no  
388 ecoinvent.

389

390

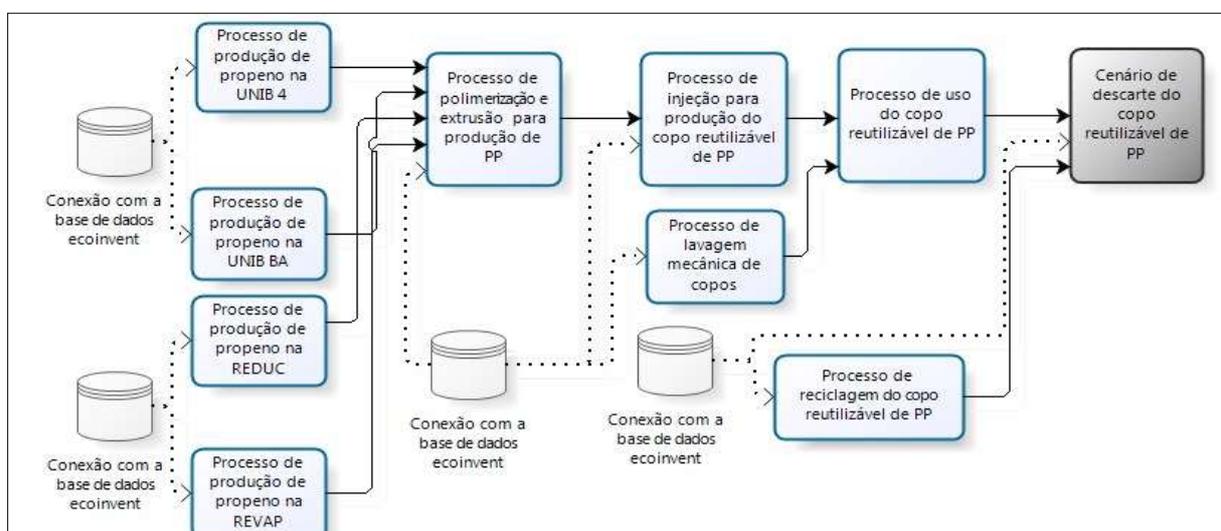
391

392



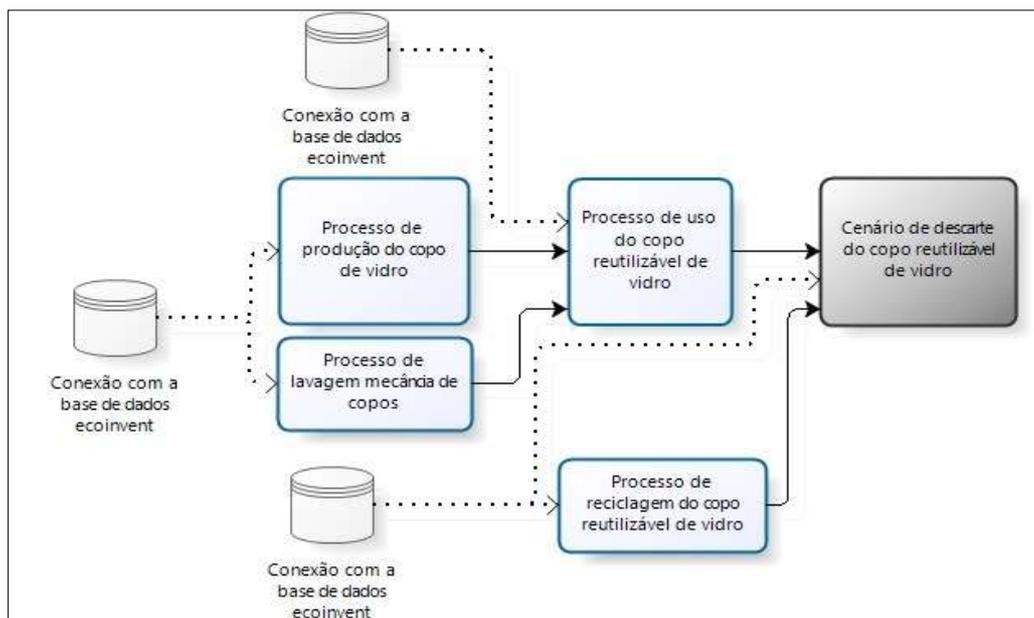
393

394 FIGURA 2. ESQUEMA REPRESENTATIVO DO SISTEMA DE PRODUTO COPO DESCARTÁVEL DE PP.



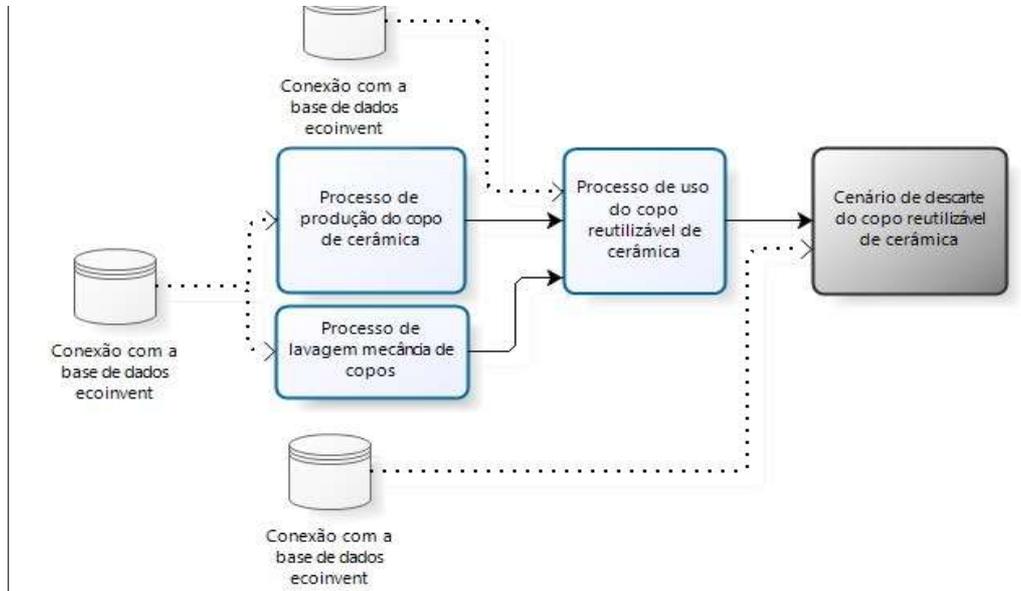
395

396 FIGURA 3. ESQUEMA REPRESENTATIVO DO SISTEMA DE PRODUTO COPO REUTILIZÁVEL DE PP.



397

FIGURA 4. ESQUEMA REPRESENTATIVO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DO COPO REUTILIZÁVEL DE VIDRO.



398

399

FIGURA 5. ESQUEMA REPRESENTATIVO DO SISTEMA DE PRODUTO COPO REUTILIZÁVEL DE CERÂMICA.

400

### PROCEDIMENTOS DE ALOCAÇÃO

401

402

403

404

405

Preferencialmente, evita-se o uso de alocações para emissões de substâncias e para o consumo de energia e de materiais entre produtos, co-produtos e subprodutos. No entanto, sabe-se que tais procedimentos muitas vezes são inevitáveis. Para este estudo, foi utilizada alocação mássica na etapa de craqueamento e na etapa de produção dos copos descartáveis de PP.

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

A abordagem de limite (cut-off) foi utilizada para todos os resíduos de processos destinados para reciclagem externa, coprocessamento ou reciclagem interna. Esta abordagem é aplicada para evitar a dupla contagem, erro que ocorre quando se credita a dois produtos o benefício da reciclagem, tanto ao produto que deu origem ao material que será reaproveitado, quanto ao produto que se utiliza do material reciclado pós-consumo. Ao aplicar a abordagem de limite, é o produto que usa o resíduo ou material reciclado pós-uso que se beneficia das emissões evitadas na produção de material virgem, ao mesmo tempo em que carrega o peso das emissões relacionadas ao tratamento de fim da vida deste componente. Assim, não há impacto (ou crédito por impacto evitado) alocado no estágio de fim da vida ao primeiro sistema. E, o impacto ambiental resultante da extração de matériaprima é totalmente alocado ao primeiro sistema e não ao do produto feito a partir do material reciclado pós-consumo.

418

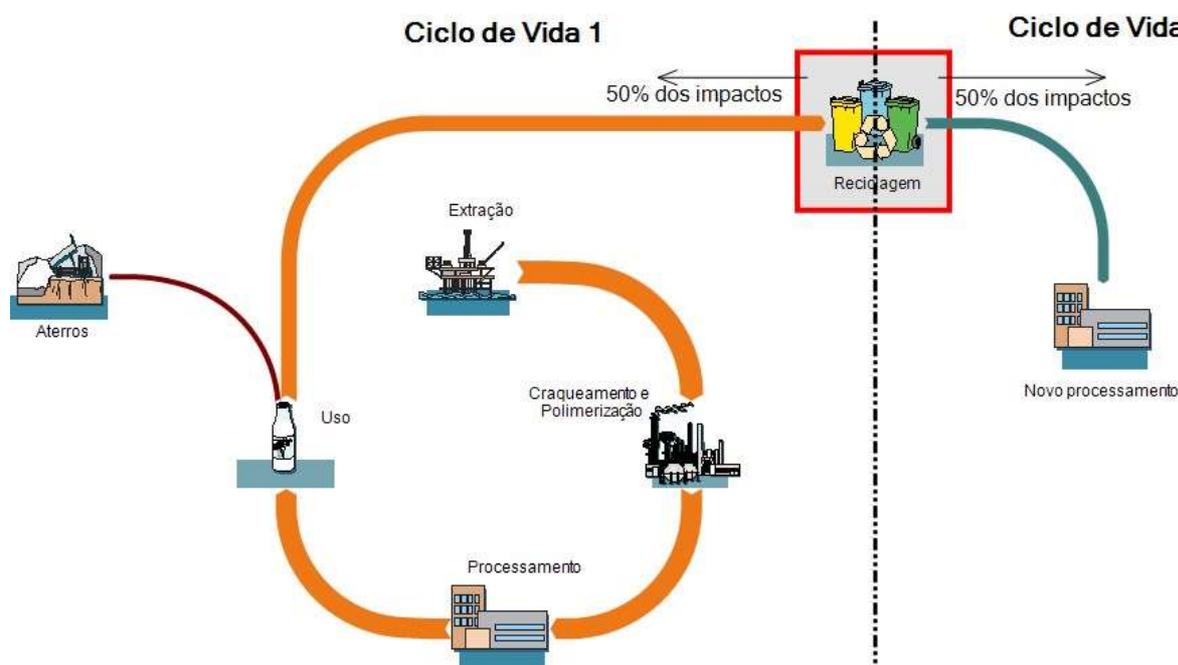
419

420

421

Para destinação de produto pós-consumo (copos) será utilizada a abordagem 50%50%. Esta denominação advém da característica de que ocorre uma divisão de créditos e pesos ambientais da reciclagem, conforme pode ser observado no exemplo abaixo (Figura 6). Nessa abordagem, os ganhos e perdas ambientais relacionados à reciclagem dos produtos

422 pós-consumo são igualmente divididos entre o produto principal e o novo produto gerado a  
 423 partir da reciclagem. Essa abordagem tem sido muito discutida, especialmente no contexto  
 424 da reciclagem em circuito aberto (open loop recycling) [Fava et al 1991], [Frischknecht  
 425 1998], [Kim et al 1997] e [Klöpffer 1996] e vem sendo utilizada em estudos conduzidos pela  
 426 ACV Brasil. O procedimento é comumente entendido como uma divisão "justa" entre dois  
 427 sistemas interligados, evitando a dupla contagem, especialmente dos impactos positivos da  
 428 reciclagem.



429  
 430 FIGURA 6. EXEMPLO DE ILUSTRAÇÃO PARA A ABORDAGEM 50%/50%.

### 431 **CATEGORIAS E MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO DO CICLO DE VIDA**

432 Visto que existe a possibilidade de o Relatório Final do estudo vir a ser publicado,  
 433 tomam-se medidas preventivas com relação à escolha do método de Avaliação do Impacto  
 434 do Ciclo de Vida (AICV). De acordo com a ABNT NBR ISO 14044, em afirmações comparativas  
 435 não se deve usar a ponderação, uma das etapas opcionais dos métodos de AICV, encontrada  
 436 comumente em modelos do tipo "ponto final".

437 Assim, propõe-se utilizar um método de "ponto médio", o CML2 (baseline 2000), que  
 438 contempla as categorias de: esgotamento abiótico, aquecimento global, acidificação,  
 439 eutrofização, depleção da camada de ozônio, oxidação fotoquímica, toxicidade humana e  
 440 ecotoxicidade. Em paralelo, as categorias não contempladas pelo CML2 (transformação da  
 441 terra, ocupação da terra e uso da água) serão incluídas, a partir do método ReCiPe Midpoint.  
 442 Ressalta-se que o emprego de mais de um método de AICV é previsto e bastante comum.

443 Com o objetivo de verificar eventuais discrepâncias significativas nos resultados,  
444 considera-se um modelo principal, no caso CML 2 com adição de categorias do ReCiPe  
445 Midpoint, e um modelo auxiliar, na fase de interpretação, representado pelo modelo ACV  
446 Brasil<sup>1</sup>.

447 Justifica-se que as conclusões não devem sofrer alterações significativas somente pela  
448 alteração do método de impacto.

449

#### 450 **PRESSUPOSTOS E LIMITAÇÕES**

451 Com o intuito de proporcionar transparência às avaliações em discussão, destacam-se  
452 as suposições e limitações, abaixo:

- 453 i. Para casos em que dados para a realidade nacional não estavam disponíveis e  
454 tendo-se em vista a escassez de inventários brasileiros, dados de outros países  
455 com tecnologia e matriz energética semelhantes foram utilizados;
- 456 ii. Para qualquer informação ausente em todos os sistemas de produto, foi  
457 utilizada a base de dadosecoinvent, adaptando-se dados da matriz energética;
- 458 iii. Acidentes não são contabilizados; iv. Aspectos sociais não são considerados na  
459 ACV ambiental;
- 460 v. Poluição visual e ruídos não são considerados;
- 461 vi. A avaliação é feita considerando apenas os sistemas dos produtos avaliados;  
462 outros aspectos relacionados à organização da empresa não são considerados.

463

#### 464 **QUALIDADE DOS DADOS E SENSIBILIDADE**

465 Para avaliação da qualidade dos dados, foi utilizado o método da Matriz de Pedigree  
466 Anexo B – Matriz de Pedigree [**Pedersen Weidema & Wesnaes 1996**] para determinar os  
467 indicadores de qualidade. Os dados foram classificados em baixa, média e alta qualidade  
468 somando-se os valores atribuídos de acordo com matriz pedigree e alocando-os nas faixas,  
469 conforme Tabela 1:

470

471

472

473

474 <sup>1</sup> A ACV Brasil em parceria com o IFEU selecionou as categorias de impactos mais importantes para o Brasil e  
475 utilizou fatores de caracterização de métodos internacionais para criar uma método aqui denominado de  
476 método ACV Brasil. Mais informações sobre o método estão no Anexo A – Apresentação de Método  
477 Recomendado.

478

479 TABELA 1. FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS DADOS

Nível de Qualidade dos dados	Somatório de índices
Baixo	De 19 a 25
Médio	De 12 a 18
Alto	De 5 a 11

480

481 Os dados de baixa e média qualidade foram analisados para verificar o reflexo em  
482 relação ao resultado final e conclusões.

483

#### 484 **REVISÃO CRÍTICA**

485 A revisão deste estudo deverá ocorrer em duas fases: após a definição do objetivo e  
486 do escopo (revisão já realizada internamente) e na disponibilização do relatório final. As  
487 revisões deverão ser realizadas por membros internos da empresa condutora do estudo e  
488 pretende-se uma avaliação externa do relatório final.

489 - Revisores internos

490 • Felipe Lion/Marcela Lange (ACV Brasil)

491 - Revisora externa

492 • Paula Carvalho (KPMG)

493

494

495

## 496 **INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA**

497

498 A qualidade de um estudo de Avaliação do Ciclo de Vida está diretamente relacionada  
499 à qualidade dos dados coletados, que deve ser avaliada considerando aspectos de:  
500 confiabilidade, representatividade e correlação temporal, geográfica e tecnológica. Para este  
501 relatório, foram utilizados dados da base de dados ecoinvent, com exceção dos dados da  
502 produção de PP, que foram fornecidos pela Braskem por meio de questionário. Embora os  
503 dados da Braskem sejam de alta qualidade, não foi possível verificar a completeza das  
504 informações repassadas no questionário, existe a possibilidade de que critérios de corte, por  
505 massa ou por relevância, tenham sido utilizados. Os dados para produção dos copos foram  
506 obtidos juntos à Copobras.

507

### 508 **A. COLETA DE DADOS**

509 Para obtenção dos dados da produção do PP foram utilizados questionários aplicados  
510 à Braskem. Os demais dados foram obtidos da base de dados ecoinvent versão 2.2. Esta  
511 biblioteca de inventários é internacionalmente reconhecida pela quantidade e qualidade dos  
512 seus dados.

513 Sabe-se que a utilização de base de dados para representar processos brasileiros pode  
514 causar incertezas no estudo. Entretanto, acredita-se que a consistência e precisão do  
515 ecoinvent tornam esta opção aceitável. Além disto, embora esta biblioteca seja de  
516 proveniência europeia, contêm informações representando muitas regiões do mundo. Por  
517 exemplo, está incluída a rede elétrica brasileira mista, que foi neste estudo adaptada de  
518 acordo com o Balanço Energético Nacional **[BRASIL 2012]**.

519

### 520 **B. HIPÓTESES**

521 Na ausência de informações que permitissem retratar de forma fiel os sistemas dos  
522 produtos, diversas hipóteses foram utilizadas. Esta seção descreve as principais hipóteses  
523 para o estudo, enquanto são fornecidas informações específicas nas descrições dos dados  
524 coletados.

#### 525 **EXTRAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA**

- 526 i. Para a produção de vidro e cerâmica, somente dados secundários foram  
527 apreciados, disponíveis na base de dados ecoinvent;
- 528 ii. Na ausência de informação do transporte de insumos de alguns produtos, foi  
529 utilizada uma distância padrão de 150 km para todos os transportes de

498 insumos ao longo do ciclo de vida. A distância de 150 km é também utilizada  
499 como padrão para os inventários doecoinvent. Uma análise de sensibilidade  
500 foi realizada para verificar as mudanças decorrentes da variação na distância  
501 padrão.

502 iii. A maior parte do petróleo do Brasil é extraída em campos offshore nas 503  
504 plataformas exploratórias no litoral. De acordo com dados da ANP, cerca 90%  
505 do petróleo brasileiro vem de campos offshore e 10% de campos onshore  
506 [ANP, 2010]. Desta forma, escolheu-se o processo de produção offshore da  
507 Noruega, por apresentar semelhança com a matriz elétrica nacional. Para  
508 produção onshore foi escolhido um processo de produção misto, contendo  
509 dados da região do oriente médio, por representar uma média de vários  
510 países.

510 iv. Na ausência dos dados da REVAP e da REDUC, foi considerado um processo  
511 misto com 50% dos dados da UNIB 4 e 50% dos dados da UNIB BA.

## 512 **TRANSFORMAÇÃO**

513 v. Para a produção dos copos de vidro e cerâmica, foram utilizados dados do 514 ecoinvent para  
515 produção de embalagens de vidro (*Packaging glass, white, at 515 plant/RER*) e cerâmica sanitária  
(*Sanitary ceramics, at regional storage/ CH*), 516 com adaptação da matriz energética.

517 vi. Para a produção dos copos de PP, foram utilizados dados primários coletados 518 junto a  
519 uma empresa líder do setor de transformação de copos.

## 519 **Uso**

520 vii. Para a etapa de uso, a hipótese mais forte é que os copos sejam utilizados de 521  
522 forma compartilhada, devendo ser usados e lavados a cada uso. Este padrão 522  
523 comportamental foi utilizado para determinar o fluxo de referência. O valor de 523 25  
524 mil litros de água parte da consideração do consumo de 1 l de água por

524 pessoa por dia, considerando 250 dias úteis durante o ano. Assumiu-se que, 525 para servir 25  
526 mil litros de água para 100 pessoas em ambiente corporativo, 526 utilizam-se 62500 copos  
527 descartáveis de PP ou 100 copos de reutilizáveis com

527 62500 lavagens anuais (em ambos os casos considera-se duas doses de 200 ml 528 por cada uso  
529 do copo).

529 viii. Outra hipótese possível é o uso de copo de forma individualizada, e desta 530 forma o  
531 número de lavagens pode ser reduzido, chegando a uma situação de 1 531 lavagem diária. O uso  
532 individualizado, entretanto, deve ser considerado como 532 um cenário comportamental, devendo  
533 ser avaliado de acordo com a

porcentagem de adesão, considerando o número de visitantes que não

533 poderão aderir ao modelo de uso de copo individualizado, estimado para este  
534 estudo em 10%.

535 ix. No processo de lavagem foi considerada a lavagem mecânica, por se tratar de um  
536 cenário mais provável para ambientes corporativos, de qualquer forma foi  
537 também modelado um cenário para avaliar a possibilidade de lavagem manual.

#### 538 **DISTRIBUIÇÃO**

539 x. Foi considerada a distância de 250 km para distribuição de todos os copos. Uma  
540 análise de sensibilidade foi realizada para cobrir pequenas distâncias e maiores  
541 distâncias em território nacional.

542 **DESCARTE** xi. Após o uso, são reciclados: 10,8% dos copos de PP [CEMPRE 2011], 47%  
543 dos copos de vidro [CEMPRE 2011] e 0% dos copos de cerâmica (Informação de  
544 recicladores locais).

545 xii. Para o descarte dos copos pós-uso, estima-se uma distância média de 250 km.  
546 Uma análise de sensibilidade foi realizada para verificar as mudanças  
547 decorrentes da variação na distância de coleta.

548

#### 549 **C. DADOS COLETADOS**

550 Para todos os sistemas de produtos, alguns dados foram coletados e outros foram  
551 utilizados diretamente da base de dados. Para os copos de PP descartáveis, foram coletados  
552 dados dos processos elementares: craqueamento, polimerização e transformação. Para os  
553 copos de PP reutilizáveis, foram coletados dados do craqueamento e polimerização.

554 Para os copos de vidro e cerâmica, foram utilizados dados da base de dados ecoinvent.  
555 Os dados do processo de lavagem foram coletados em literatura [OVAM 2006]. E os dados  
556 do cenário de descarte com destinação para lixão, aterro controlado e aterro sanitário  
557 foram obtidos pelo Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil [ABRELPE, 2012].

558 Os processos selecionados da base de dados ecoinvent v2 constam no Anexo D –  
559 Processos selecionados no ecoinvent.

560

#### 561 **D. VALIDAÇÃO DOS DADOS**

562 Para os dos coletados por meio de questionário utilizou-se o princípio do balanço de  
563 massa para verificar discrepâncias em relação à entrada de materiais e saída de produtos.

564 Na etapa de AICV também foi utilizada análise de anomalias para verificar erros  
565 relacionados a unidades e dimensões anormais aos processos estudados. A análise de

568 anomalia consiste em verificar, por meio dos gráficos de impacto do ciclo de vida,  
diferenças 569 fora do padrão ou totalmente incomuns.

570

## AVALIAÇÃO DE IMPACTO DO CICLO DE VIDA

570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602

A Avaliação do Impacto classifica e combina, pelo tipo de impacto que um aspecto causa no ambiente, os fluxos de materiais, energia e emissões que entram e saem de cada sistema de produção.

O método de AICV utilizado para quantificar o impacto ambiental de todos os sistemas de produção é o CML 2 (2000) com adição de categorias do ReCiPe Midpoint.

O método CML 2 (2000) é uma atualização do método CML (1992), sendo um dos primeiros métodos de avaliação, desenvolvido e utilizado em vários países. O nome CML está relacionado com a entidade onde foi desenvolvido (Centro de Gestão Ambiental da Universidade de Leiden – Holanda). A abordagem do método CML 2 é orientada ao problema, ponto intermediário no mecanismo ambiental, que também é conhecido como categoria de impacto. Para cada categoria (problema), existem fatores de caracterização quantificados. Desta forma, uma emissão identificada no ICV é convertida numa contribuição para o efeito de um problema ambiental multiplicando-a por um fator de equivalência, denominado fator de caracterização.

O método ReCiPe é fruto de uma iniciativa para harmonizar, em um mesmo método, indicadores de ponto final (endpoint) e indicadores de ponto médio (midpoint). Neste contexto especialistas do CML e da PRé (desenvolvedora do método Ecoindicator 99) desenvolveram um projeto para agregar características do método CML e do método de Ecoindicator 99. O resultado deste projeto foi a criação do método ReCiPe que contempla 18 categorias de ponto médio, 4 das quais utilizaremos neste estudo (uso da água, transformação da terra, ocupação da terra urbana, ocupação da terra rural) como uma complementação ao método CML.

A Figura 7 expõe o método utilizado no estudo.

<b>CML 2 baseline (categorias relacionadas a emissões)</b>	
<b>AQUECIMENTO GLOBAL (kg CO<sub>2</sub> eq)</b>	Utiliza o modelo de caracterização desenvolvido pelo “Intergovernmental Panel on Climate Change” (IPCC). Os fatores de caracterização são expressos como potencial de aquecimento global (GWP) em kg equivalentes de dióxido de carbono/kg de emissão.
<b>DEPLEÇÃO DA CAMADA DE O<sub>3</sub> (kg CFC-11 eq)</b>	Utiliza o modelo de caracterização desenvolvido pela World Meteorological Organisation (WMO) e define potenciais de depleção do ozono (ODP) de diferentes gases (kg equivalente de CFC-11/kg de emissão).
<b>TOXICIDADE HUMANA (kg 1,4-DB eq)</b>	Fatores de caracterização, expressos como potenciais de toxicidade humana (HTP) são calculados com o USES-LCA, descrevendo o destino, exposição e efeitos das substâncias tóxicas para um horizonte de tempo infinito. Para cada substância tóxica, HTP's são expressos como kg equivalentes de 1,4 diclorobenzeno/kg de emissão.
<b>ECOTOXICIDADE EM ÁGUA<sup>1</sup> DOCE (kg 1,4-DB eq)</b>	Potenciais de ecotoxicidade (FAETP), são calculados com o USESLCA, descrevendo o destino, exposição e efeitos das substâncias tóxicas. Fatores de caracterização são expressos como kg equivalentes de 1,4 diclorobenzeno/kg de emissão.
<b>ECOTOXICIDADE MARINHA<sup>2</sup> (kg 1,4-DB eq)</b>	Potenciais de ecotoxicidade (MAETP) são calculados com o USES-LCA, descrevendo o destino, exposição e efeitos das substâncias tóxicas. Fatores de caracterização são expressos como kg equivalentes de 1,4 diclorobenzeno/kg de emissão.
<b>ECOTOXICIDADE TERRESTRE<sup>2</sup> (kg 1,4-DB eq)</b>	Potenciais de ecotoxicidade (TETP), são calculados com o USESLCA, descrevendo o destino, exposição e efeitos das substâncias tóxicas. Fatores de caracterização são expressos como kg equivalentes 1,4 diclorobenzeno/kg de emissão.

<sup>1</sup> Para este estudo a ecotoxicidade em água doce, a ecotoxicidade marinha e a ecotoxicidade terrestre foram agrupadas (sem ponderação) em uma única categoria, denominada ecotoxicidade, utilizando-se o mesmo indicador comum: kg 1,4-DB eq.

<b>ACIDIFICAÇÃO</b> (kg SO <sub>2</sub> eq)	Potencial de acidificação (AP) é expresso como kg equivalentes de SO <sub>2</sub> /kg de emissão.
--	---

605

FIGURA 7. QUADRO EXPLICATIVO DAS CATEGORIAS DE IMPACTO E EM NÍVEL DE INVENTÁRIO CONSIDERADAS (CONT.)

<b>CML 2 baseline (categorias relacionadas a emissões)</b>	
<b>OXIDAÇÃO FOTOQUÍMICA</b> (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	São calculados potenciais de criação de ozônio fotoquímico (POCP) (também conhecido como smog de verão) para emissão de substâncias para o ar com o modelo de Trajetória UNECE (incluindo destino) e expressos em kg equivalentes de etileno/kg de emissão.
<b>EUTROFIZAÇÃO</b> (kg PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> eq)	Potencial de nutrição (NP) é baseado no procedimento de Heijungs (1992) e expresso como kg equivalentes de PO <sub>4</sub> /kg de emissão.
<b>CML 2 baseline (categorias relacionadas a consumo)</b>	
<b>ESGOTAMENTO ABIÓTICO</b> (kg Sb eq)	Este indicador de categoria de impacto está relacionado com a extração de minerais e de combustíveis fósseis que entram no sistema. O fator de depleção abiótica (ADP) é determinado para cada extração de minerais e de combustíveis fósseis (kg equivalentes de antimônio/kg de extração) baseado nas suas reservas e taxa de extração.
<b>ReCiPe Midpoint (categorias a nível de inventário)</b>	
<b>OCUPAÇÃO DA TERRA RURAL<sup>3</sup></b> (m <sup>2</sup> .a)	Potenciais de ocupação da terra rural

<sup>2</sup> Para este estudo as categorias ocupação da terra rural e ocupação da terra urbana foram agrupadas (sem ponderação) em uma única categoria, denominada, ocupação da terra, utilizando-se o mesmo indicador comum (m<sup>2</sup>.a)

<b>OCUPAÇÃO DA TERRA<sup>3</sup> URBANA (m<sup>2</sup>.a)</b>	Potenciais de ocupação da terra urbana
<b>TRANSFORMAÇÃO DA TERRA (m<sup>2</sup>)</b>	Potenciais de mudança no regime de uso da terra
<b>USO DA ÁGUA (m<sup>3</sup>)</b>	Consumo de água

606 Com o objetivo de verificar eventuais discrepâncias significativas nos resultados,  
607 considera-se um modelo principal, no caso CML 2 com adição de categorias do ReCiPe  
608 Midpoint e um modelo alternativo aqui denominado de modelo ACV Brasil.

609 Os cálculos foram executados com SimaPro® 8.4, software líder em ACV. Nenhuma  
610 normalização de dados foi executada para que se evitassem comparações de impacto entre  
611 as categorias.

## 612 ANÁLISES DE SENSIBILIDADE E ANÁLISE DE CENÁRIO

613 Diversas hipóteses utilizadas na modelagem dos sistemas apresentam certo grau de  
614 incerteza. É prudente, portanto, avaliar qual a influência de alterações significativas destes  
615 valores em relação ao resultado global. Tal avaliação é conhecida como análise de  
616 sensibilidade. As análises de sensibilidade não refletiram em mudanças do escopo, objetivo  
617 e hipóteses adotadas para os estudos, uma vez que estes resultados foram utilizados  
618 apenas para embasar as conclusões.

619 De acordo com as hipóteses levantadas e a análise da qualidade dos dados foram realizadas  
620 as seguintes análises de sensibilidade:

- 621 i. Distância da distribuição de 250 km considerando uma variação de 200 km a 2000 km.  
622 Esta variação abrange menores e maiores distâncias em território nacional
- 623 ii. Quantidade de copos reutilizáveis, considerando 60, 100 e 140 copos.
- 624 iii. Reciclagem do copo de PP, considerando 0%, 10,8%, 50% e 100%. Reciclagem do copo de  
625 vidro considerando 40%, 47%, 60% e 70%.
- 626 iv. Cenário de lavagem manual dos copos reutilizáveis
- 627 v. Cenário considerando comportamento de uso individualizado de copos reutilizáveis para  
628 90% das pessoas no ambiente corporativo. Justifica-se não haver a possibilidade de 100%  
629 de uso individualizado, por existir diariamente uma população de visitantes em  
630 ambientes corporativos, estimada em 10%.
- 631 vi. Comparativo entre copo descartável e somente a etapa de lavagem dos copos  
632 reutilizáveis
- 633 vii. Variação da distância padrão de transporte para insumos considerando 75 km e 225 km.
- 634 viii. Variação da distância padrão para o descarte de copos pós-uso considerando 125 km  
635 e 375 km.
- 636 ix. Variação do consumo de energia na etapa de reciclagem do PP variando de 0,3 kWh a 0,9  
637 kWh por kg de PP pós-uso.

## 638 ANÁLISE DE INCERTEZA

639 Existem duas fontes principais de incerteza, uma está relacionada diretamente com os  
640 dados do inventário e a outra com o modelo de AICV.

## 641 **A. INCERTEZA DOS DADOS DO INVENTÁRIO**

642 Para avaliação da incerteza foram modelados cenários prováveis com variação dos valores  
643 com maior incerteza. Estes cenários são apresentados na avaliação de sensibilidade.

## 644 **B. INCERTEZA DO MÉTODO DE AICV**

645 Normalmente, dois tipos de incertezas relacionadas aos métodos da AICV se somam  
646 aos dados incertos do inventário. O primeiro refere-se aos resultados do ICV nos  
647 indicadores dos pontos médios (fatores de caracterização), o segundo é sobre a  
648 normalização e ponderação.

649 A escolha por usar o método CML 2 reduz esta incerteza apenas para um nível, que são os  
650 indicadores de ponto médio.

651 A precisão dos fatores de caracterização depende do progresso das pesquisas em  
652 andamento nos mais diferentes campos da ciência, em busca de modelos de impacto do  
653 ciclo de vida, assim como da integração das descobertas atuais aos métodos operacionais  
654 da AICV.

655 A quantificação das incertezas no nível do método de AICV, ainda não é um consenso  
656 na comunidade internacional, não existindo nenhum método revisado e reconhecido para  
657 tal análise. É importante, no entanto, que estas considerações sejam abordadas nas  
658 conclusões do estudo de ACV.

## 659 **REVISÃO CRÍTICA**

660 Uma revisão crítica por terceira parte deve ser feita para avaliar se o estudo atende  
661 aos padrões da norma ABNT NBR ISO 14040 e se ele pode, então, ser comunicado  
662 publicamente.

## 663 RESULTADOS

664 As informações fornecidas nesta seção devem ser usadas somente dentro dos limites  
665 de contexto e hipóteses deste estudo, considerando-se respectivas limitações como descrito  
666 nos itens Pressupostos e Limitações e Hipóteses.

667 Deve-se enfatizar que não é significativo extrair conclusões comparativas entre  
668 produtos com base em estágios individuais de ciclo de vida. Além disso, os impactos  
669 descritos pela ACV são estimativas dos impactos potenciais em vez de medições diretas dos  
670 impactos reais. Os tópicos apresentados abaixo abordam:

- 671 i. Análise da qualidade dos dados;
- 672 ii. Resultados da ACV comparativa entre copos descartáveis de PP e copos reutilizáveis de  
673 PP, vidro e cerâmica;
- 674 iii. Resultados da Análise de sensibilidade; iv. Resultados da ACV comparativa entre copos  
675 descartáveis de PP e copos reutilizáveis de PP, vidro e cerâmica (outro método de  
676 impacto).

### 677 A. ANÁLISE DA QUALIDADE DOS DADOS

678 Os dados utilizados para modelagem da produção dos copos reutilizáveis de cerâmica,  
679 vidro e PP reutilizável, foram classificados como de baixa qualidade<sup>3</sup>, principalmente porque  
680 foram utilizados dados doecoinvent com possíveis diferenças tecnológicas, geográficas e  
681 temporais.

682 Por outro lado, a análise de contribuição (Anexo E – Análise de Contribuição)  
683 demonstra que ao longo do ciclo de vida dos copos reutilizáveis, a fase de produção não  
684 apresenta significância<sup>5</sup> para a maioria das categorias de impacto do ciclo de vida.

685 A análise de contribuição também demonstra que a etapa de lavagem dos copos  
686 reutilizáveis apresenta forte influência sobre o resultado final. Visto que os dados da  
687 lavagem são classificados apenas como de média qualidade faz-se necessário uma maior  
688 análise para verificar possíveis incertezas associadas à qualidade dos dados. Dessa forma,  
689 um cenário comparativo com dados mais recentes e com possibilidade de maior  
690 representatividade tecnológica e geográfica foi modelado e apresentado no Anexo F –  
691 cenário comparativo do processo de lavagem. Os resultados desse cenário demonstram que

---

<sup>3</sup> Mais detalhes sobre a classificação da qualidade dos dados estão descritos no item “Qualidade dos dados”.  
O valores da matriz pedigree atribuídos para cada dado estão descritos no Anexo B – Matriz de Pedigree. <sup>5</sup>  
Entende-se por significante todas as diferenças relativas maiores que 10%.

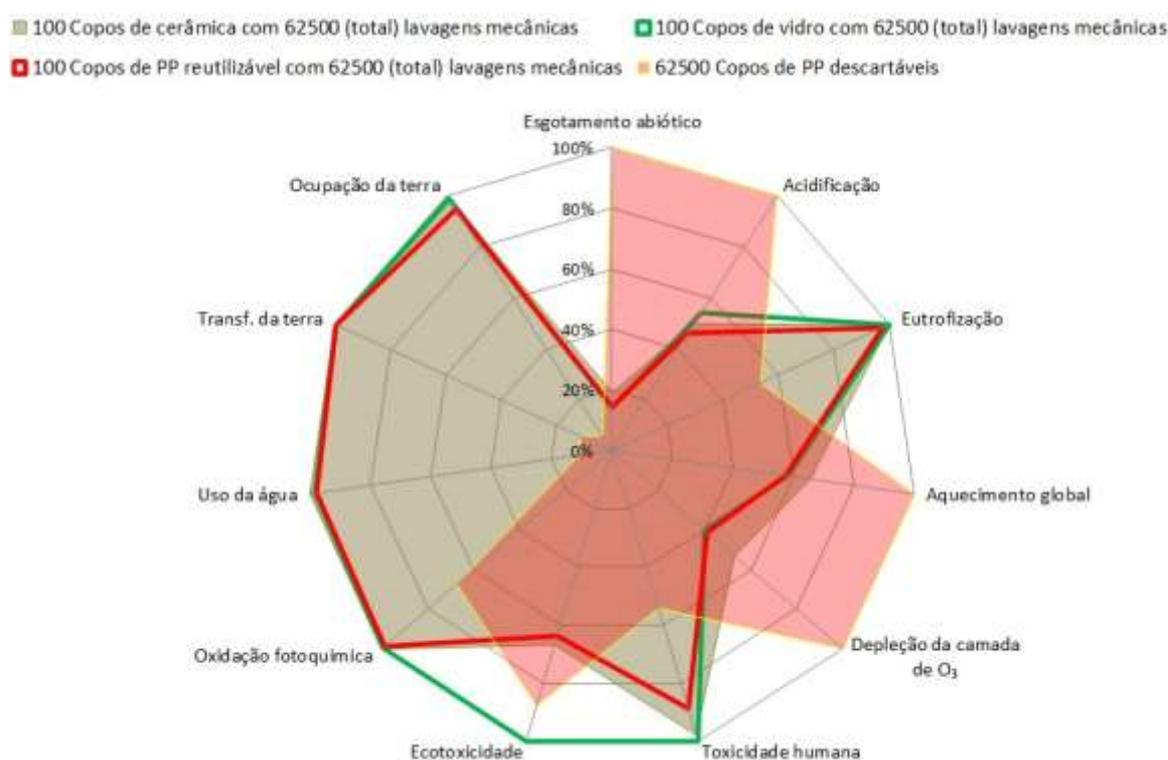
692 a utilização de dados mais reentes aumentam o potencial de impacto da etapa de lavagem e  
 693 consequentemente aumentam o potencial de impacto do ciclo de vida dos copos  
 694 reutilizáveis. Portanto as conclusões desse estudo são embasadas em hipóteses  
 695 conservadoras em relação ao copo de PP descartável.

696

## 697 B. RESULTADOS DA ACV COMPARATIVA ENTRE COPOS DESCARTÁVEIS DE PP E REUTILIZÁVEIS DE 698 PP, VIDRO E CERÂMICA

699 Quando realizada a avaliação comparativa o copo descartável de PP apresentou  
 700 menor impacto ambiental potencial para a maioria das categorias de impacto, com exceção  
 701 das categorias esgotamento abiótico, acidificação, aquecimento global, depleção da camada  
 702 de ozônio e ecotoxicidade.

703



704

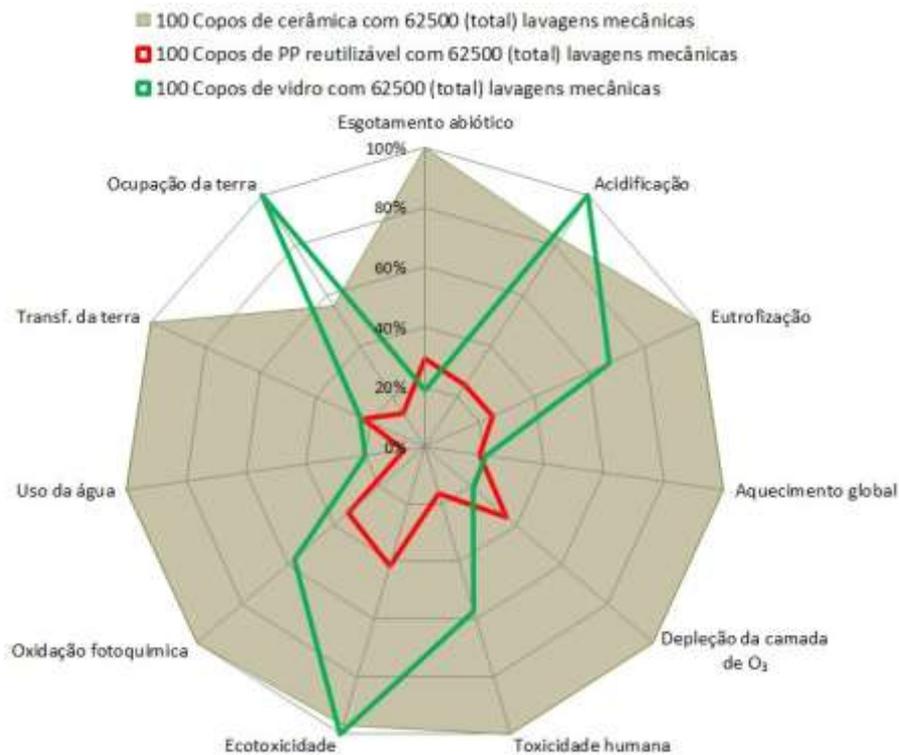
705 FIGURA 8. AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE O COPO DESCARTÁVEL DE PP E COPOS REUTILIZÁVEIS DE CERÂMICA, VIDRO E PP

706

707 Percebe-se que os perfis ambientais dos copos reutilizáveis são semelhantes. Isto  
 708 acontece porque a etapa de lavagem, comum a todos os copos reutilizáveis, possui forte  
 709 influencia no resultado final (do berço ao túmulo). Para apresentar melhor o perfil  
 710 ambiental de cada copo reutilizável, a etapa de lavagem foi excluída. A figura 7 abaixo  
 711 mostra o resultado comparativo para os diferentes copos, considerando apenas as etapas  
 712 de produção, distribuição e descarte.

713

714  
715



716

717 FIGURA 9. AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE OS COPOS REUTILIZÁVEIS (EXCLUINDO A ETAPA DE LAVAGEM)

718

719 Quando os resultados são apresentados sem a etapa de lavagem, percebe-se que o  
720 copo reutilizável de PP apresenta menor potencial de impacto para a maioria das categorias  
721 de impacto, com exceção das categorias depleção da camada de ozônio e esgotamento  
722 abiótico nas quais o copo reutilizável de PP apresentou maior potencial de impacto em  
723 relação ao copo de vidro.

724

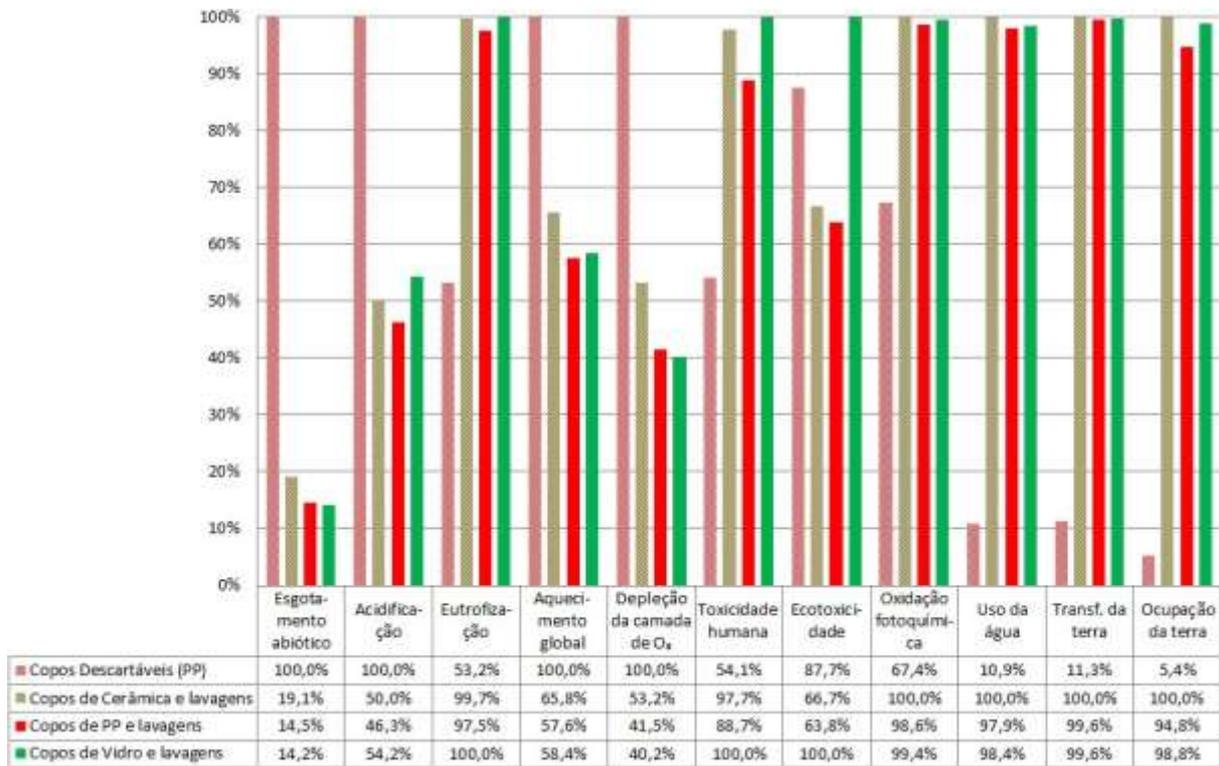
### 725 C. RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SENSIBILIDADE

726 Para este estudo, foram realizadas 9 análises de sensibilidade com parâmetros  
727 variáveis em todos os sistemas de produto. As análises de sensibilidade com variação  
728 significativa são apresentadas em modo gráfico, no qual o copo com maior potencial de  
729 impacto representa o valor de 100% enquanto os outros representam um valor relativo ao  
730 copo de maior impacto.

#### 731 *DISTÂNCIA DE DISTRIBUIÇÃO*

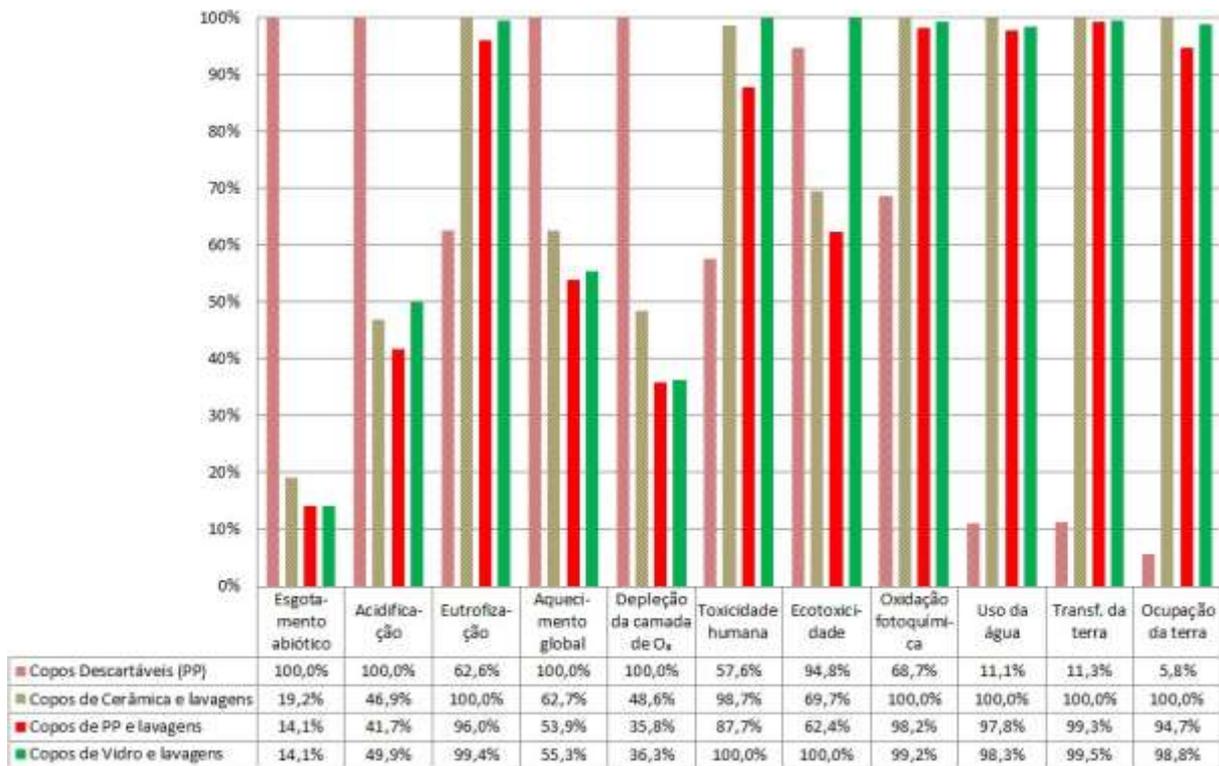
732 A distância da distribuição dos copos foi estimada em 250 km. As comparações dos  
733 copos com a variação mínima de 200 km e máxima de 2000 km são apresentadas na Figura  
734 10 e Figura 11.

735  
736



737  
738  
739

FIGURA 10. COMPARATIVO DE ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CONSIDERANDO DISTÂNCIA DE DISTRIBUIÇÃO 200 KM



740  
741  
742

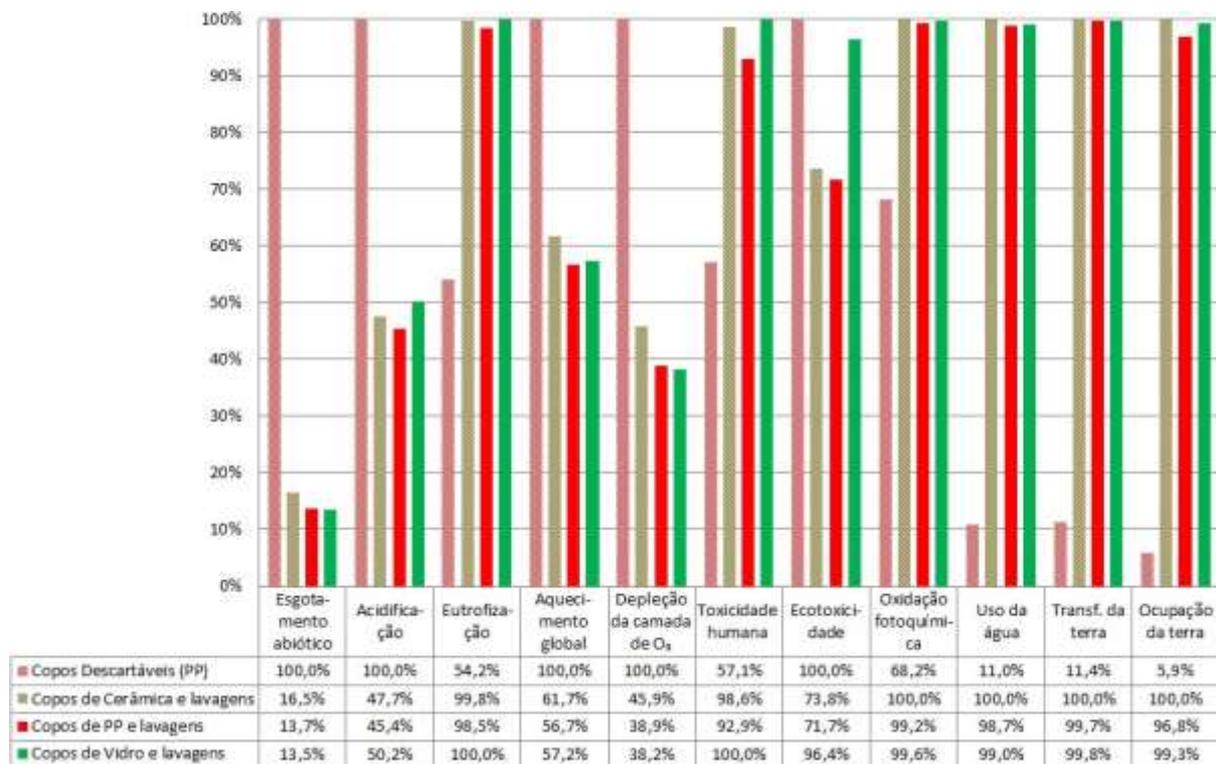
FIGURA 11. COMPARATIVO DE ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CONSIDERANDO DISTÂNCIA DE DISTRIBUIÇÃO 2000 KM

743 A análise de sensibilidade aponta para uma variação relativa significativa<sup>4</sup> somente  
 744 para a categoria ecotoxicidade. Esta variação ocorreu devido à massa transportada na etapa  
 745 de distribuição sendo que o copo de PP descartável é o sistema que mais necessita de  
 746 transporte de massa na etapa de distribuição para atender a unidade funcional. De maneira  
 747 geral, para a categoria ecotoxicidade, as longas distâncias para distribuição desfavorecem  
 748 relativamente o copo de PP descartável.

749 **QUANTIDADE DE COPOS REUTILIZÁVEIS, CONSIDERANDO 60, 100 E 140 COPOS**

750 A quantidade de copos utilizados em uma organização pode variar dependendo da  
 751 rotatividade de uso dos copos. As comparações dos sistemas com 60 copos reutilizáveis e  
 752 140 copos reutilizáveis são apresentadas nas Figura 12 e Figura 13 abaixo.

753



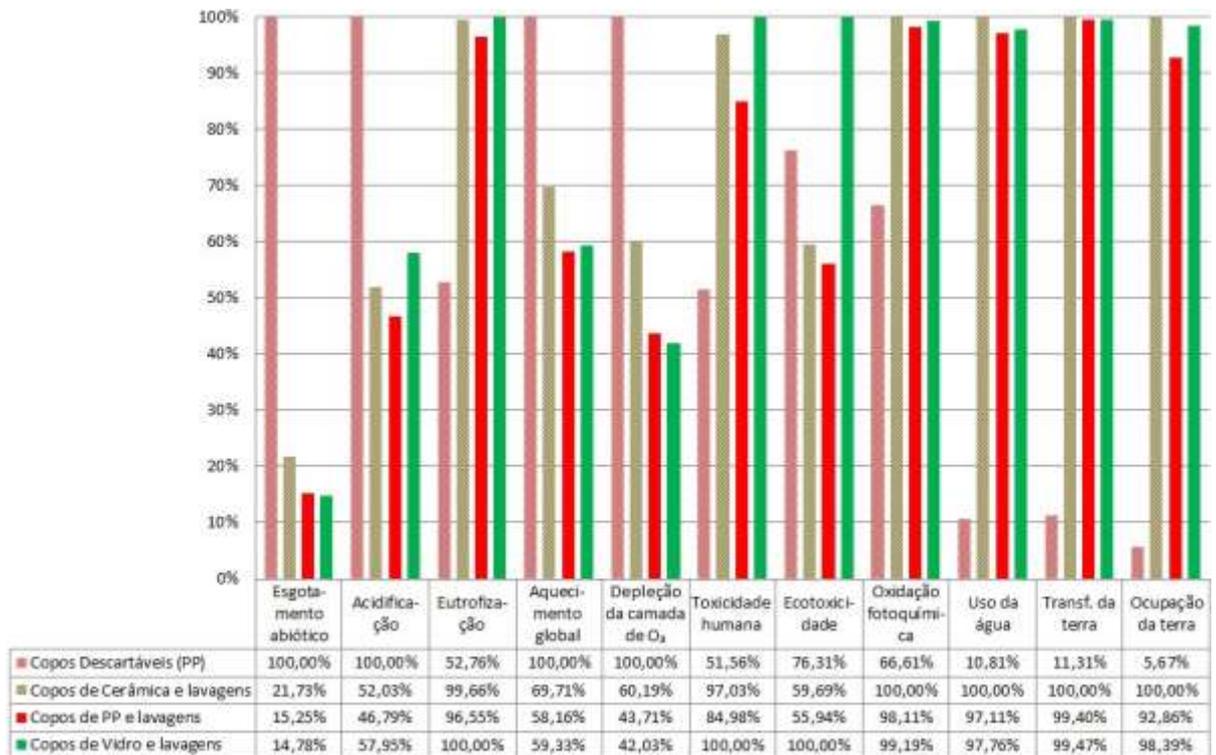
754

755 FIGURA 12. COMPARAÇÃO DE SENSIBILIDADE CONSIDERANDO 60 COPOS REUTILIZÁVEIS

756

757 A análise de sensibilidade aponta para uma variação relativa significativa somente para  
 758 a categoria ecotoxicidade. Justifica-se esta variação pela contribuição relativa da etapa de  
 759 produção dos copos de vidro para a categoria ecotoxicidade e, portanto, a maior quantidade  
 760 produzida influencia significativamente na categoria ecotoxicidade.

<sup>4</sup> Entende-se por significativa todas as diferenças relativas maiores que 10%.



761  
762

FIGURA 13. COMPARAÇÃO DE SENSIBILIDADE CONSIDERANDO 140 COPOS REUTILIZÁVEIS

763

#### DESCARTE DOS COPOS DE PP E VIDRO

764

765

766

767

768

769

770

771

772

773

774

Os dados sobre o tratamento de resíduos no Brasil são escassos e diferentes para cada região. Foi considerada uma taxa de 10,8% de reciclagem para os copos de PP e de 40% para os copos de vidro. Esta hipótese foi avaliada considerando uma variação 0%-10,8%-50%100% para copos de PP e de 40%-47%-60%-70% para copos de vidro. Os resultados não apresentaram variação significativa para os copos reutilizáveis. Justifica-se esta não variação visto que a etapa de descarte tem pouca influencia sobre o ciclo de vida dos copos reutilizáveis. Para estes copos a etapa de uso (que inclui a lavagem) é a mais impactante, como já apresentado no tópico de análise de contribuição.

Já em relação aos copos descartáveis de PP a etapa de descarte tem influência relevante e os resultados da variação são apresentados na Figura 14.

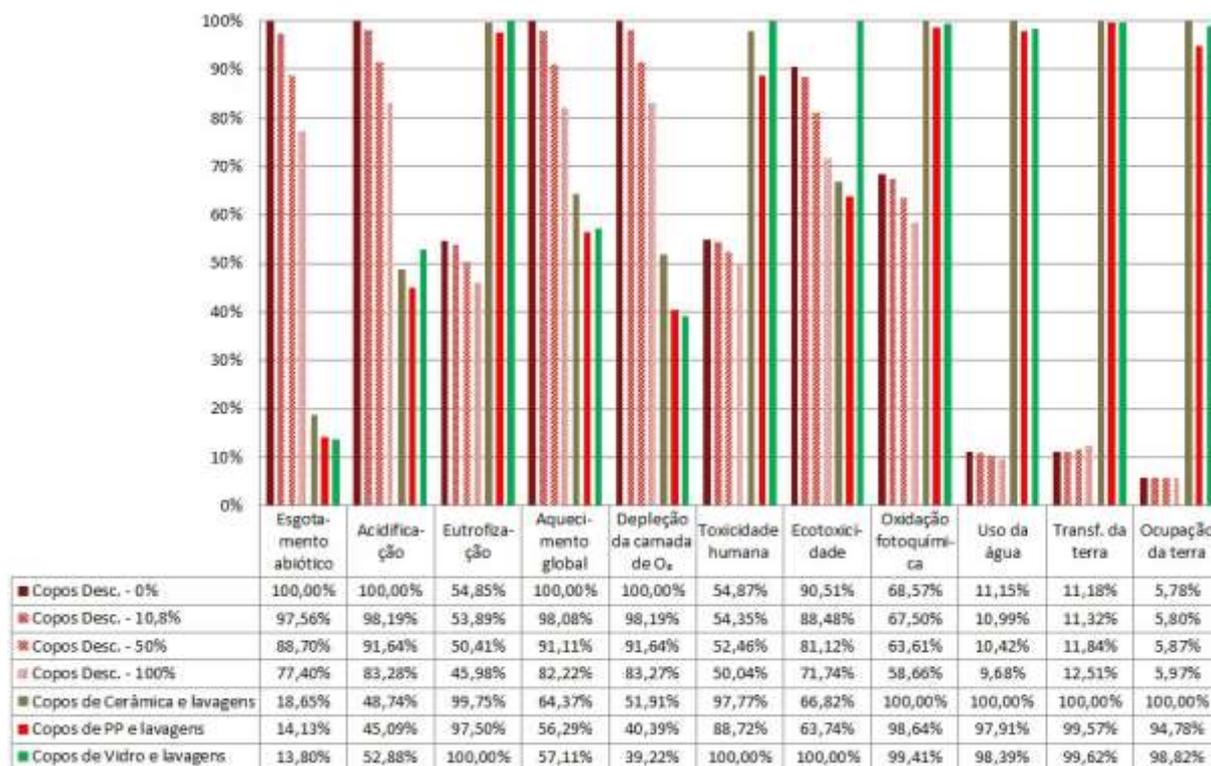


FIGURA 14. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO CENÁRIO DE DESCARTE DOS COPOS RECICLÁVEIS DE PP

775  
776  
777

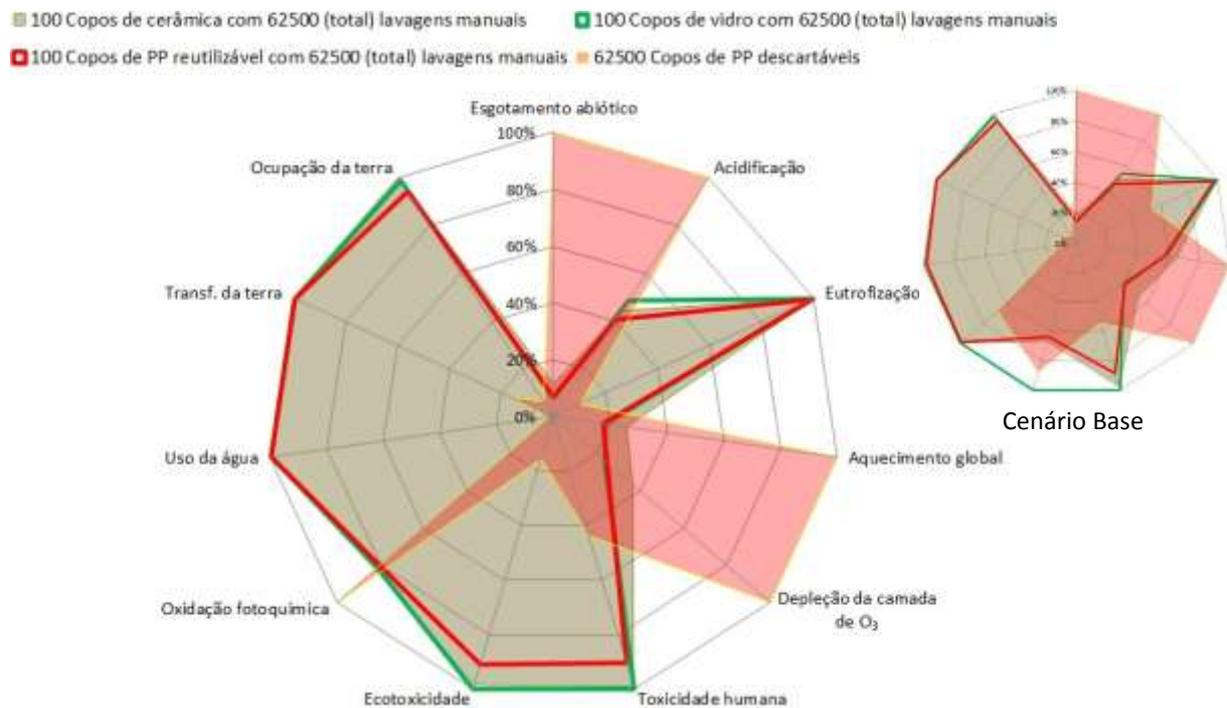
778 Considerando os diversos cenários, não se percebe uma alteração significativa dos  
779 resultados relativos mesmo em cenários futuros com reciclagem de 100% dos copos de PP.  
780 Deve-se notar, entretanto, que o aumento na taxa de reciclagem, ao contrário do que  
781 acontece nas demais categorias, também aumenta o potencial de impacto para as  
782 categorias transformação e ocupação da terra. Este comportamento acontece porque os  
783 créditos gerados pela reciclagem, em relação ao consumo de energia elétrica da rede, são  
784 menores que o consumo para reciclar<sup>5</sup>. Como a matriz elétrica brasileira é basicamente  
785 hidrelétrica, existe um grande potencial de transformação e ocupação do solo diretamente  
786 proporcional ao consumo de energia elétrica.

787 **LAVAGEM MANUAL DOS COPOS REUTILIZÁVEIS**

788 Existe a possibilidade, em empresas de menor porte, de que os copos sejam lavados  
789 de forma manual. Nesta hipótese o processo de lavagem não utiliza energia elétrica, por  
790 outro lado aumenta-se o consumo de água e geração de efluente. O resultado desta  
791 avaliação é apresentado na Figura 15 abaixo.

792

<sup>5</sup> O processo de reciclagem mecânica do PP é basicamente um processo de extrusão (com alto consumo de energia elétrica), enquanto que o crédito pela reciclagem é concedido em relação à produção da resina de PP, que possui baixo consumo de energia elétrica.



793

794 FIGURA 15. ANÁLISE DE CENÁRIO COM LAVAGEM MANUAL DOS COPOS REUTILIZÁVEIS

795

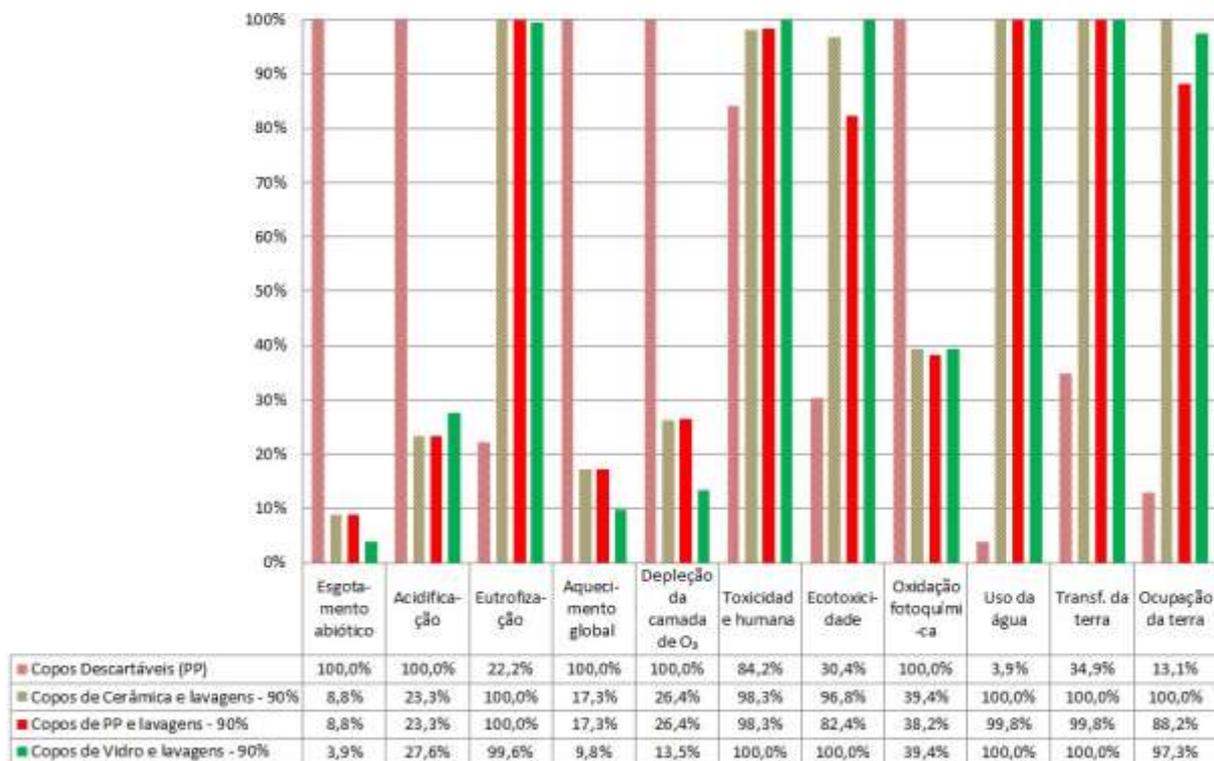
796 Na hipótese de lavagem manual, o resultado relativo para categoria oxidação  
 797 fotoquímica sofre variação, tornando o copo de PP descartável potencialmente mais  
 798 impactante. Justifica-se que a lavagem manual não consome energia e considerando a  
 799 matriz energética brasileira, que contém um percentual de geração por queima do bagaço  
 800 de cana, este é um fator importante para redução do potencial impacto na categoria  
 801 oxidação fotoquímica.

802 Para as demais categorias os resultados relativos se mantêm, deve-se atentar,  
 803 entretanto, a aumento do potencial de eutrofização e uso da água e a diminuição do potencial  
 804 de aquecimento global e consumo de recursos abióticos na hipótese de lavagem manual, para  
 805 os sistemas de copos reutilizáveis.

#### 806 **USO INDIVIDUALIZADO DE COPOS REUTILIZÁVEIS**

807 Uma hipótese de comportamento no uso de copos reutilizáveis é a individualização da  
 808 utilização, em que os usuários mantêm a posse de um copo sem troca entre os demais  
 809 usuários. Este cenário possibilita um menor número de lavagens, uma vez que não existe  
 810 troca de copos. Para este cenário considera-se uma lavagem diária manual. Este modelo de  
 811 comportamento foi analisado para uma adesão de 90%. Considerando uma população de  
 812 visitantes diária de 10% não existe a possibilidade de 100% de uso individualizado dos copos  
 813 reutilizáveis.

814



815  
816 FIGURA 16. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE COM USO INDIVIDUALIZADO DE COPOS REUTILIZÁVEIS

817  
818 De acordo com o resultado apresentado na Figura 16, percebe-se que com uma  
819 variação comportamental com 90% de adesão para uso individualizado dos copos, os  
820 resultados relativos são os mesmos, em relação ao cenário base, para maioria das categorias  
821 de impacto, com exceção das categorias toxicidade humana, ecotoxicidade e oxidação  
822 fotoquímica. Para estas três categorias a inversão é justificada porque no cenário de uso  
823 individualizado existe um maior consumo de água e conseqüentemente uma maior geração  
824 de efluentes, que aumenta o potencial de impacto para a categoria ecotoxicidade, e menor  
825 consumo de energia, que reduz o potencial de impacto para as categorias oxidação  
826 fotoquímica e toxicidade humana.

827 **COMPARATIVO ENTRE COPO DESCARTÁVEL E SOMENTE A ETAPA DE LAVAGEM DOS COPOS REUTILIZÁVEIS**

828 Dada a alta contribuição da etapa de uso (lavagem) no ciclo de vida completo dos  
829 copos reutilizáveis, uma análise de sensibilidade considerando apenas a etapa de lavagem  
830 em comparação com o copo descartável de PP pode amenizar o peso da incerteza sobre os  
831 dados da produção dos copos de vidro, cerâmica e copo reutilizável de PP.

832 A Figura 17 abaixo apresenta o resultado comparativo de 1 copo de PP com 1 lavagem  
833 manual e 1 lavagem mecânica.

834

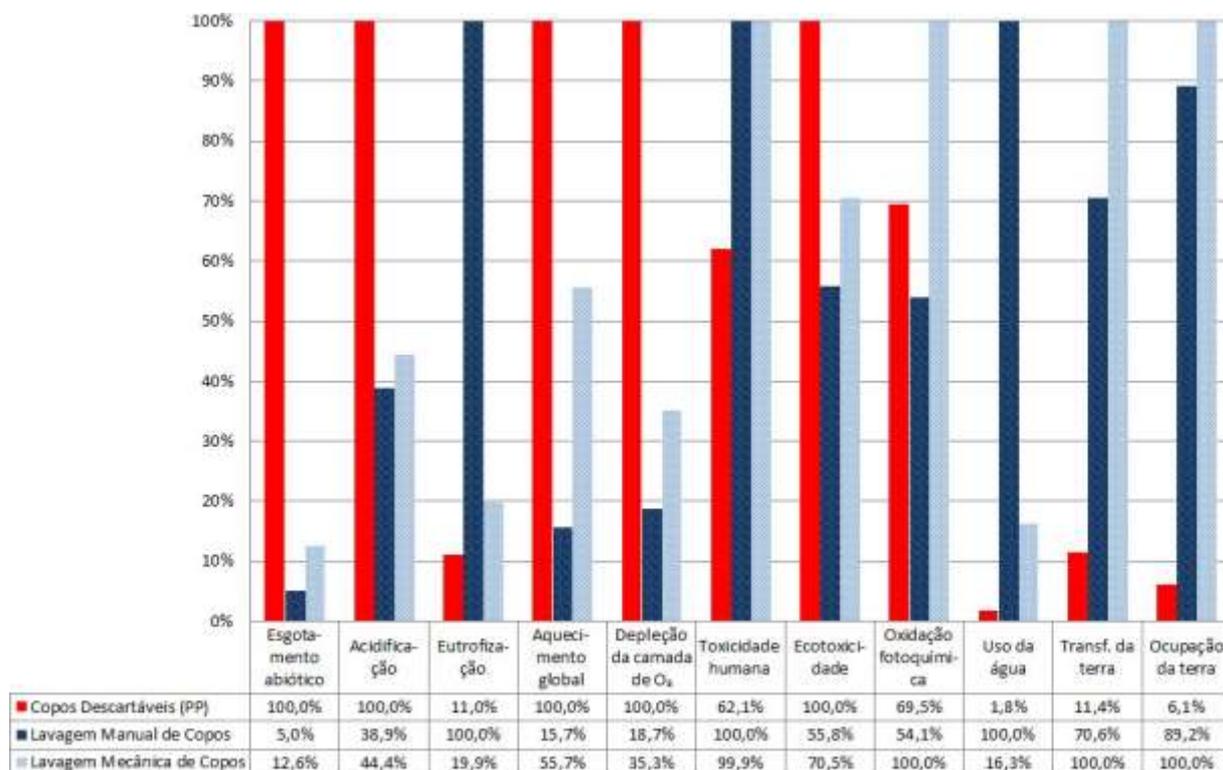


FIGURA 17. AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE 1 COPO DE PP DESCARTÁVEL COM 1 LAVAGEM MANUAL E 1 LAVAGEM MECÂNICA

835  
836  
837

838 Os resultados apontam que, independente da matéria prima do copo descartável,  
839 somente a lavagem dos copos reutilizáveis é mais impactante que o copo descartável nas  
840 categorias eutrofização, toxicidade humana, uso da água, transformação da terra e  
841 ocupação da terra. Para lavagem mecânica soma-se a estas categorias a oxidação  
842 fotoquímica.

843 **VARIAÇÃO DA DISTÂNCIA PADRÃO DE TRANSPORTE PARA INSUMOS CONSIDERANDO 75 KM E 225 KM**

844 Esta análise de sensibilidade, variando o parâmetro entre 75 km e 225 km, não mostrou  
845 reflexo significativo na avaliação de impacto.

846 **VARIAÇÃO DA DISTÂNCIA PADRÃO PARA O DESCARTE DE COPOS PÓS-USO**

847 **CONSIDERANDO 125 KM E 375 KM**

848 Esta análise de sensibilidade, variando o parâmetro entre 125 km e 375 km, não mostrou  
849 reflexo significativo na avaliação de impacto.

850 **VARIAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA ETAPA DE RECICLAGEM DO PP VARIANDO DE 0,3 KWH A 0,9**  
851 **KWH**

852 Esta análise de sensibilidade, variando o parâmetro entre 0,3 kWh a 0,9 kWh, não mostrou  
853 reflexo significativo na avaliação de impacto.

854 **RESULTADOS DE ACV COMPARATIVA ENTRE COPO DESCARTÁVEL DE PP E COPOS REUTILIZÁVEIS DE**  
855 **CERÂMICA, VIDRO E PP (OUTRO MÉTODO DE IMPACTO)**

856 Na definição do escopo foram definidas as categorias e o método de impacto de ciclo  
857 de vida que seria utilizado ao longo do estudo, entretanto, é importante avaliar o mesmo  
858 inventário com outro método de impacto. Ressalta-se que o emprego de dois métodos de  
859 AICV é previsto e bastante comum nesta fase, com o objetivo de verificar eventuais  
860 discrepâncias significativas nos resultados.

861 Ainda no método ACV Brasil, conforme se observa na Figura 18, o copo descartável de  
862 PP continua apresentando maior impacto potencial nas categorias esgotamento abiótico,  
863 mudanças climáticas e acidificação. Neste método, entretanto, o copo de PP descartável  
864 aparece com menor potencial de impacto na categoria depleção da camada de ozônio.

865 A inversão de resultados pontuais no uso de diferentes métodos de impacto pode  
866 acontecer devido às incertezas científicas do potencial de dano de uma determinada  
867 substância ou mesmo a incerteza na causa do dano por determinada substância. A variação  
868 dos resultados com diferentes métodos de impacto para categoria depleção da camada de  
869 ozônio, para este estudo, decorre da inclusão da substância N<sub>2</sub>O como causadora de  
870 depleção da camada de ozônio no modelo aqui denominado de ACV Brasil. Justifica-se essa  
871 inclusão de acordo com publicação do fator de caracterização para N<sub>2</sub>O no *Scientific*  
872 *Assessment of Ozone Depletion 2010* [WMO 2011].

873

874

■ 100 Copos de cerâmica com 62500 (total) lavagens mecânicas   
 ■ 100 Copos de vidro com 62500 (total) lavagens mecânicas  
■ 100 Copos de PP reutilizável com 62500 (total) lavagens mecânicas   
 ■ 62500 Copos de PP descartáveis

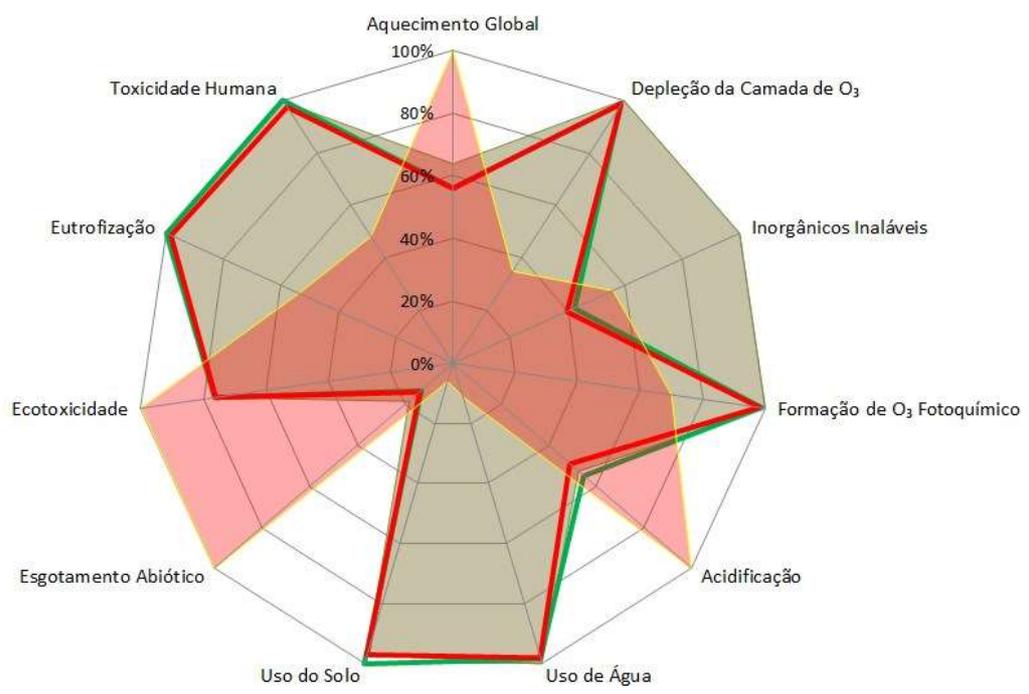


FIGURA 18. AVALIAÇÃO COMPARATIVA COM MÉTODO ACV BRASIL

903  
904  
905  
906

## 906 APLICAÇÕES E CONCLUSÕES

### 907 A. APLICAÇÕES

908 Este estudo e respectivas conclusões e resultados devem ser usados tendo-se em  
909 mente, **impreterivelmente**, as seguintes premissas:

- 910 - Objetivou-se comparar sistemas para servir água em ambientes corporativos.  
911 Sendo comparáveis, portanto, os seguintes sistemas:
  - 912 i. Copos descartáveis de PP de 200 ml;
  - 913 ii. Copos reutilizáveis de cerâmica de 200 ml mais lavagens;
  - 914 iii. Copos reutilizáveis de vidro de 200 ml mais lavagens; iv. Copos reutilizáveis  
915 de PP de 200 ml mais lavagens.
- 916 - Faz-se imprescindível a compreensão da influência das hipóteses e limitações do  
917 modelo;
- 918 - É indispensável entender como este estudo foi conduzido, incluindo as hipóteses e  
919 limitações, para que os resultados e conclusões sejam aplicados apropriadamente.

920  
921 Ao longo do relatório estão descritas as hipóteses, limitações e escolhas. É importante  
922 ressaltar tais considerações de forma crítica, como descritas abaixo:

- 923  
924 - Parte dos processos utilizados para representar as matérias-primas do polipropileno,  
925 como por exemplo, a nafta e propano são de origem europeia, da base de dados  
926 ecoinvent. Buscou-se escolher processos mais representativos da realidade local,  
927 no entanto, pode ser que as condições tecnológicas sejam diferentes;
- 928 - Foram utilizados modelos de transporte rodoviário da biblioteca de inventários do  
929 ecoinvent, com condições e qualidade dos combustíveis diferentes da realidade  
930 brasileira;
- 931 - De maneira geral, alguns dados de ICV descrevem operações europeias, implicando  
932 que este estudo pode não ser totalmente representativo das práticas brasileiras.  
933 Entretanto, uma base de dados de qualidade equivalente, transparente e robusta  
934 ainda não está disponível para o Brasil ou para outras regiões geográficas mais  
935 semelhantes;
- 936 - A ACV é uma metodologia de suporte à decisão, devendo ser utilizada como  
937 ferramenta auxiliar;

938 - Avaliações consequenciais, ou ainda a abordagem consequencial do ciclo de vida,  
939 não foram adotadas neste estudo. Portanto, todos os resultados e conclusões  
940 somente devem ser utilizados sobre o contexto de produção atual;

941 - Diferentemente de outras metodologias de contexto regulatório, a ACV aponta o  
942 impacto ambiental potencial e fornece resultados de um cenário mais provável.

## 943 **B. CONCLUSÕES**

944 Deve-se levar em consideração, quando da comunicação, que os resultados são  
945 obtidos em relação a muitos fatores, como por exemplo, as hipóteses estabelecidas, dados  
946 e processos selecionados, escolha dos limites do estudo entre outros.

947 Os sistemas de produto são diferentes, tanto na origem da matéria-prima, quanto nos  
948 processos produtivos, uso e cenários de descarte.

949 Apesar de o copo descartável de PP necessitar de maior volume de produto para  
950 atender a unidade funcional e conseqüentemente gerar mais resíduos sólidos de produto  
951 pós-uso, o copo descartável de PP apresenta a vantagem de não precisar de lavagem,  
952 demandando menor quantidade de água e gerando menos efluente.

953 Tais vantagens são traduzidas em números, tornando o copo de PP descartável  
954 potencialmente menos impactante para as categorias eutrofização, uso da água,  
955 transformação da terra, ocupação da terra e toxicidade humana.

956 Para as categorias esgotamento abiótico, aquecimento global e acidificação o copo  
957 descartável de PP apresenta maior potencial de impacto.

958 Para as categorias oxidação fotoquímica, ecotoxicidade e depleção da camada de  
959 ozônio houveram variações de resultados (ou na análise de sensibilidade ou na avaliação  
960 com outro método de impacto) e, portanto conclusões não podem ser feitas sobre estas  
961 categorias de impacto.

962 Para a categoria depleção da camada de ozônio as incertezas decorrentes de  
963 resultados invertidos na avaliação com outro método de impacto impossibilita a conclusão.

964 Considerando as análises de sensibilidade e qualidade dos dados é possível apontar  
965 que:

- 966 i. O comportamento de uso e cenário de lavagem apresenta grande influência  
967 no resultado final do estudo, sendo que o uso individualizado e a lavagem  
968 manual podem reduzir os impactos dos copos reutilizáveis na maior parte das  
969 categorias de impacto avaliadas. Somente a lavagem dos copos reutilizáveis,  
970 entretanto, é suficiente para tornar esta opção mais potencialmente

971 impactante para as categorias eutrofização, toxicidade humana, uso da água,  
972 transformação da terra e ocupação da terra.

973 ii. A fase de distribuição, apesar de bastante representativa para o copo de PP  
974 descartável, não apresenta grande influência sobre o resultado geral do  
975 estudo, sendo que para as maiores distâncias de distribuição o impacto  
976 ambiental potencial dos copos reutilizáveis é relativamente reduzido em  
977 relação ao copo de PP descartável.

978 iii. As hipóteses sobre os cenários de descarte apresentam influência significativa  
979 para os copos descartáveis de PP, entretanto, na avaliação comparativa  
980 relativa, a variação do cenário de descarte não apresenta grande influência no  
981 resultado geral.

982 Os resultados das análises de sensibilidade não refletiram em mudanças no escopo,  
983 objetivo ou fronteira do sistema.

984 Apesar do uso de bases de dados internacionais para expressar a produção de copos  
985 reutilizáveis, o processo determinante e de maior influência para os sistemas de copos  
986 reutilizáveis é a lavagem. Desta forma diminui-se a sensibilidade sobre os dados de  
987 produção e amenizam-se as incertezas causadas pela diferença geográfica.

988 A escolha por usar o método CML 2 reduz a incerteza em relação ao métodos de  
989 ponto final. A precisão dos fatores de caracterização, entretanto, depende do progresso das  
990 pesquisas em andamento nos mais diferentes campos da ciência, em busca de modelos de  
991 impacto do ciclo de vida, assim como da integração das descobertas atuais aos métodos  
992 operacionais da AICV. A quantificação das incertezas no nível do método de AICV, ainda não  
993 é um consenso na comunidade internacional, não existindo nenhum método revisado e  
994 reconhecido para tal análise.

995

## 996 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

997

998

999

[1] [ABNT 2009]

1000 **ABNT NBR ISO 14040:2009. Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e**  
1001 **estrutura.**

1002 [2] [ABNT 2009b]

1003 **ABNT NBR ISO 14044:2009. Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e**  
1004 **orientações.**

1005 [3] [ABRELPE, 2012]

1006 **ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2012.**

1007 Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>>.

1008 [4] [ANP, 2010]

- 1009           **PRODUÇÃO NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL.** Disponível  
1010 em:[http://www.anp.gov.br/?pg=17019&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1349](http://www.anp.gov.br/?pg=17019&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1349221772337)  
1011 221772337 Acesso em: 28 Maio de 2012.
- 1012           [5] **[BRASIL 2012]**  
1013           **Balanco energético Nacional.** Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2012. Acesso em: 10  
1014 de Abril de 2013. Disponível em:  
1015 [https://ben.epe.gov.br/downloads/Resultados\\_Pre\\_BEN\\_2012.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Resultados_Pre_BEN_2012.pdf)
- 1016           [6] **[CEMPRE 2011]**  
1017           **Fichas técnicas: Vidro.** São Paulo, 2011. Acesso em: 2 de Abril de 2013. Disponível em:  
1018 [http://www.cempre.org.br/ft\\_vidros.php](http://www.cempre.org.br/ft_vidros.php)
- 1019           [7] **[CML 1992]**  
1020           **Environmental life cycle assessment of products, Guide and backgrounds, Center of**  
1021 **Environmental Science (CML).** Netherlands Organisation for Applied Scientific Research  
1022 (TNO), Fuels and Raw Materials Bureau (B&G), Leiden, 1992.
- 1023           [8] **[CML 1992]**  
1024           **Environmental life cycle assessment of products, Guide and backgrounds, Center of**  
1025 **Environmental Science (CML).** Netherlands Organisation for Applied Scientific Research  
1026 (TNO), Fuels and Raw Materials Bureau (B&G), Leiden, 1992.
- 1027           [9] **[CML 2001]**  
1028           **Guinée, J.B. (Ed.), de Bruijn, H., van Duin, R., Huijbregts, M., Lindeijer, E., Roorda, A., van**  
1029 **der Ven, B., Weidema. B.: Handbook on Life Cycle Assessment.** Operational Guide to the ISO  
1030 Standards. Eco-Efficiency in Industry and Science Vol. 7. Kluwer Academic Publishers,  
1031 Netherlands 2001. [10] **[CML, 2001]**  
1032           **An operational guide to the ISO-standards - Part 3: Scientific background (Final report, May**  
1033 **2001).** ([www.leidenuniv.nl/cml/ssp/projects/lca2/lca2.html#gb](http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/projects/lca2/lca2.html#gb)).
- 1034           [11] **[CML, 2001]**  
1035           **An operational guide to the ISO-standards - Part 3: Scientific background (Final report, May**  
1036 **2001).** ([www.leidenuniv.nl/cml/ssp/projects/lca2/lca2.html#gb](http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/projects/lca2/lca2.html#gb)).
- 1037           [12] **[ecoinvent, 2007]**  
1038           **Life Cycle Inventories of Building Products (2007).** Relatório da base de dados ecoinvent.
- 1039           [13] **[ecoinvent, 2007]**  
1040           **Life Cycle Inventories of Packaging and Graphical Paper.** Relatório da base de dados  
1041 ecoinvent.
- 1042           [14] **[Fava et al 1991]**  
1043           **Fava, Denison, Jones, Curran, Vigon, Selke, Barnum (Eds.) (1991): SETAC Workshop Report:**  
1044 **A Technical Framework for Life Cycle Assessments.** Aug 1991, Washington D.C. USA.
- 1045           [15] **[Frischknecht 1998]**  
1046           **Frischknecht, R., 1998. Life Cycle Inventory Analysis for Decision-Making: Scopedependent**  
1047 **Inventory System Models and Context-specific Joint Product Allocation.** PhD Thesis, ETH  
1048 Zürich, Switzerland.
- 1049           [16] **[Humbert et al 2009]**  
1050           **IMPACT 2002+ user guide: draft for version 2.1.** Quantis, Lausanne, Switzerland.  
1051 <http://www.impactmodeling.org>.
- 1052           [17] **[ILCD, 2010]**  
1053           **European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and**  
1054 **Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General**  
1055 **guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance.** First edition March 2010. EUR 24708 EN.  
1056 Luxembourg. Publications Office of the European Union; 2010

- 1057 [18] [IPCC 2007]  
1058 **Contribution of Working group 1 to IPCC Fourth Assessment Report**, Technical Summary  
1059 Report.
- 1060 [19] [IPCC 2007]  
1061 **Contribution of Working group 1 to IPCC Fourth Assessment Report**, Technical Summary  
1062 Report, May 2007. <http://www.ipcc.ch>.
- 1063 [20] [IPCC, 2007]  
1064 **Climate Change 2007: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the  
1065 Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge:  
1066 Cambridge University Press, 2007. 996 p.
- 1067 [21] [Kim et al 1997]  
1068 **Allocation for cascade recycling system**; Kim et al., in Int. J. LCA 2 (4) 27-32 (1997).
- 1069 [22] [Klöpffer 1996]  
1070 **Allocation rule for open-loop recycling in LCA**; Klöpffer, in Int. J. LCA 1 (1) 27-32 (1996).
- 1071 [23] [MMA 2004]  
1072 **Agenda 21 Brasileira: ações prioritárias**. Comissão para Políticas de Desenvolvimento  
1073 Sustentável e Agenda 21. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 158 p.
- 1074 [24] [MMA 2011]  
1075 **Plano de Ação Para Produção e Consumo Sustentáveis – PPCS**. Sumário Executivo. Brasília:  
1076 Ministério do Meio Ambiente, 2011. 33p.
- 1077 [25] [MPOG 2011]  
1078 **Plano plurianual 2012-2015 : projeto de lei**. Brasília: Ministério do Planejamento,  
1079 Orçamento e Gestão, Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos, 2011. 278 p.
- 1080 [26] [OVAM 2006]  
1081 **Comparative LCA of 4 types of drinking cups used at events**. Flanders, Bélgica 2006. Acesso  
1082 em 13 de Fevereiro de 2013. Disponível em:  
1083 <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubDetail&fileItem=1040>
- 1084 em=1040
- 1085 [27] [Pedersen Weidema & Wesnaes 1996]  
1086 **Bo Pedersen Weidema, B.P. and Wesnaes, M.S., 1996. Data quality management of life**  
1087 **cycle inventories-an example of using data quality indicators**. J. Cleaner Prod. Vol. 4, No.  
1088 31, pp. 167-174
- 1089 [28] [ReCiPe 2010]  
1090 **LCA ReCiPe Normalization 2000 version 1.1**. Revised LCA normalization factors for the year  
1091 2000 (last modified September 2009).
- 1092 [29] [Rosenbaum et al 2008]  
1093 **USEtox—the UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterisation factors for Human**  
1094 **Toxicity and freshwater Ecotoxicity in life cycle impact assessment**. The International Journal  
1095 of Life Cycle Assessment, Volume 13, Issue 7, pp 532-546, nov. 2008.
- 1096 [30] [Rosenbaum et al 2008]  
1097 **USEtox—the UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterisation factors for**  
1098 **Human Toxicity and freshwater Ecotoxicity in life cycle impact assessment**. The International  
1099 Journal of Life Cycle Assessment, Volume 13, Issue 7, pp 532-546, nov. 2008. [31] [VDI 1997]  
1100 **VDI 4600: Kumulierter Energieaufwand (Cumulative Energy Demand)**. German and English.  
1101 VDI-Gesellschaft Energietechnik Richtlinienausschuß Kumulierter Energieaufwand,  
1102 Düsseldorf 1997
- 1103 [32] [WMO 2011]

1104            **Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2010.** World Meteorological Organization, Global  
1105            Ozone Research and Monitoring Project. Report No. 52, 516 pp., Geneva, Switzerland, 2011.  
1106  
1107  
1108

## 1109 ANEXO A – APRESENTAÇÃO DE MÉTODO RECOMENDADO

1110 A escolha das categorias de impacto a serem consideradas no método de AICV  
1111 recomendado pela ACV Brasil baseia-se inicialmente nas prioridades brasileiras,  
1112 estabelecidas em planos e agendas nacionais, com relação à sustentabilidade e o  
1113 desenvolvimento produtivo e ambiental.

1114 Controlar as alterações climáticas é uma prioridade para o governo brasileiro, e por  
1115 isso a categoria Mudanças climáticas está incluída no método de avaliação de impacto. Há  
1116 menção para essa demanda nas ações prioritárias da Agenda 21 brasileira [MMA 2004], no  
1117 segundo objetivo descrito (Ecoeficiência e responsabilidade social das empresas), e no Plano  
1118 Plurianual [MPOG 2011], na seção de Políticas de Desenvolvimento Produtivo e Ambiental.

1119 Da mesma forma, a gestão de qualidade do ar é importante para o governo brasileiro,  
1120 como mencionado na seção de Políticas de Desenvolvimento Produtivo e Ambiental do  
1121 Plano Plurianual [MPOG 2011]. Justifica-se, assim, a inclusão das categorias de impacto  
1122 Depleção da camada de ozônio, Formação fotoquímica de ozônio, Toxicidade humana:  
1123 PM10 e Acidificação no método de avaliação de impacto.

1124 A Eutrofização (aquática e terrestre) e o Esgotamento de água também são  
1125 considerados no método, ponderando-se que a universalização do saneamento, a fim de  
1126 proteger o meio ambiente e a saúde humana, é um dos objetivos da Agenda 21 Brasileira, e  
1127 que a conservação e gestão da água [MMA 2004] é citada no Plano Plurianual [MPOG  
1128 2011], na seção de Políticas de Desenvolvimento Produtivo e Ambiental.

1129 A Toxicidade humana é também considerada relevante porque promover a saúde e  
1130 prevenir doenças é uma das metas da Agenda 21 Brasileira [MMA 2004] e, além disso, a  
1131 promoção da segurança química tem uma importância inequívoca para o Brasil, de acordo  
1132 com a seção de Políticas de Desenvolvimento Produtivo e Ambiental do Plano Plurianual  
1133 [MPOG 2011].

1134 Justifica-se ainda a consideração da categoria Ecotoxicidade, em função da  
1135 preocupação com a conservação da biodiversidade, que é abordada no Plano de Ação para  
1136 Produção e Consumo Sustentáveis [MMA 2011] e na seção de Políticas de Desenvolvimento  
1137 Produtivo e Ambiental do Plano Plurianual [MPOG 2011].

1138 O Esgotamento de recursos e o Uso de energia são categorias de impacto também  
1139 consideradas no método, com base no primeiro objetivo da Agenda 21 Brasileira [MMA  
1140 2004] (Produção e consumo sustentáveis contra a cultura do desperdício), onde se afirma  
1141 que o uso desnecessário de embalagens e produtos claramente deve ser evitado, bem como  
1142 deve ser promovida a adoção de tecnologias menos intensivas em energia. Além disso, o

1143 segundo objetivo (Ecoeficiência e responsabilidade social das empresas) incentiva a redução  
1144 de energia, água e consumo de outros recursos.

1145 A justificativa para a inclusão do Uso da terra está no grande interesse do governo em  
1146 promover a agricultura sustentável e o controle do desmatamento, citado nos objetivos 12  
1147 e 14 da Agenda 21 Brasileira [MMA 2004]. Da mesma forma, a agricultura sustentável é  
1148 abordada no Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis [MMA 2011].

1149 Consideradas as prioridades brasileiras, a atribuição de indicadores de impacto a cada  
1150 uma das categorias de impacto selecionadas se deu por meio da consideração das seguintes  
1151 premissas:

- 1152 • Considerando os impactos ambientais mais relevantes para o Brasil, sempre que  
1153 possível, fatores não regionalizados devem ser utilizados;
- 1154 • Quando modelos de destino não podem ser evitados, métodos considerando fatores  
1155 globais devem ser utilizados;
- 1156 • Caso as categorias selecionadas não contemplem impactos ambientais relevantes  
1157 aos produtos estudados, categorias podem ser adicionadas.

1158 Assim, este é um método compilado e organizado pela ACV Brasil em parceria com a  
1159 consultoria alemã ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung), que contempla as  
1160 categorias de Esgotamento Abiótico, Aquecimento Global, Acidificação, Eutrofização,  
1161 Depleção da Camada de Ozônio, Formação de Ozônio Fotoquímico, Uso de Água, Uso da  
1162 Terra, Energia Primária, Toxicidade Humana e Ecotoxicidade.

1163 Esta compilação é uma combinação entre métodos renomados como CML, USETox,  
1164 ReCiPe e IPCC. Ressalta-se que o emprego de mais de um método de AICV é previsto e  
1165 bastante comum em estudos do gênero.

1166  
1167

## ANEXO B – MATRIZ DE PEDIGREE

Indicador	1	2	3	4	5
Confiança	Dados verificados baseados em medidas	Dados verificados parcialmente baseados em hipóteses ou dados não verificados baseados em medições	Dados não verificados parcialmente baseados em suposições qualificadas	Estimativas qualificadas (ex.: experiência industrial). Dados derivados de informações teóricas (ex: estequiometria, entalpia)	Dados de processos ou materiais mas com tecnologia diferente, ou dados de processos em escala de laboratório e mesma tecnologia
Representatividade	Dados representativos de empresas relevantes para o mercado considerado durante um período adequado para nivelar as flutuações normais	Dados representativos de mais de 50% das empresas relevantes para o mercado considerado durante um período adequado para nivelar as flutuações normais	Dados representativos de menos de 50% nas empresas relevantes para o mercado considerado ou > 50% de empresas, mas em curto período	Dados representativos de somente uma empresa relevante no mercado considerado ou algumas empresas, mas por períodos menores	Representatividade desconhecida ou dados de poucas empresas e por períodos menores
Correlação Temporal	Menos de 3 anos de diferença do ano de referência	Menos de 6 anos de diferença do ano de referência	Menos de 10 anos de diferença do ano de referência	Menos de 15 anos de diferença do ano de referência	Idade dos dados desconhecida mais de 15 anos de diferença do ano de referência
Correlação Geográfica	Dados da região de estudo	Média de dados de uma área maior que a região de estudos é incluída	Dados de uma área menor do que a região de estudos ou de área similar		Dados desconhecidos ou regiões diferentes (América do Norte ao invés de Asia)
Correlação Técnica	Dados de empresas processos e materiais sob estudo	-	Dados de processos ou materiais relacionados mas com mesma tecnologia ou dados de processos e materiais estudados e diferentes tecnologias	Dados de processos ou materiais mas com tecnologia diferente, ou dados de processos em escala de laboratório e mesma tecnologia	Dados de processos ou materiais relacionados mas em escala de laboratório de diferente tecnologia

TABELA 2. RELAÇÃO DOS INDICADORES E NÍVEIS DE QUALIDADE DA MATRIZ DE PEDIGREE CONSIDERADOS.



# ANEXO C – DESCRITIVO DE DADOS UTILIZADOS

## A. COPO DESCARTÁVEL DE PP

TABELA 3. DADOS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PROPENO NA UNIB 4

ENTRADAS				
<b>1. Entradas de material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Etano	ton	306000	(1,4,1,1,1)	Alta
Propano	ton	337000	(1,4,1,1,1)	Alta
<b>2. Consumo de Água</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Água	m <sup>3</sup>	2510000	(1,4,1,1,1)	Alta
<b>3. Entradas de energia</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Energia da rede elétrica	kWh	369000	(1,4,1,1,1)	Alta
Gás Natural	m <sup>3</sup>	49800000	(1,4,1,1,1)	Alta
SAÍDAS				
<b>4. Saídas de produtos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Alocação Econômica</b>	<b>Alocação por massa</b>
Eteno	ton	389000	0,8552	0,8236
Propeno Grau Polímero	ton	42800	0,0997	0,0905
Propeno Grau Químico	ton	4350	0,0038	0,0092
Gasolina de Pirólise	ton	27100	0,0307	0,0573
Hidrogênio	ton	2980	0,0036	0,0063
Gasolina Bruta	ton	700	0,001	0,0015
C4 Bruto	ton	169	0,0003	0,0004
C4 Hidrogenado	ton	1490	0,0037	0,0031
C9+ Hidrogenado	ton	3830	0,002	0,0081
<b>5. Emissões atmosféricas</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Emissão de CO <sub>2</sub>	ton	468000	(1,4,1,1,1)	Alta
<b>6. Efluentes</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Hidrocarbonetos	m <sup>3</sup>	610000	(1,4,1,1,1)	Alta
<b>7. Resíduos sólidos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Resíduo para aterro sanitário	ton	330	(1,4,1,1,1)	Alta
Resíduos para reciclagem	ton	582	Cut-off	

ENTRADAS				
<b>Entradas de material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Nafta	ton	2,53E+06	(1,4,1,1,1)	Alta
Eteno de Retorno	ton	1,87E+04	(1,4,1,1,1)	Alta
Etano	ton	5,45E+03	(1,4,1,1,1)	Alta
<b>Consumo de Água</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Água	ton	2,53E+06	(1,4,1,1,1)	Alta
<b>Entradas de energia</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>

Energia Elétrica	Gj	-3,78E+04	(1,4,1,1,1)	Alta
Gás Natural	m³	6,01E+03	(1,4,1,1,1)	Alta
<b>4. Transporte</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Etano, dutovia	tkm	2,73E+04	(1,4,1,1,1)	Alta
Eteno de retorno, dutovia	tkm	1,53E+06	(1,4,1,1,1)	Alta
Gás natural, dutovia	tkm	3,73E+05	(1,4,1,1,1)	Alta
Nafta, dutovia	tkm	1,31E+08	(1,4,1,1,1)	Alta
Nafta, navio	tkm	4,04E+09	(1,4,1,1,1)	Alta

### SAÍDAS

4. Saídas de produtos	Unidade	Quantidade	Alocação Econômica	Alocação por massa
Eteno	ton	9,38E+05	68,79%	62,13%
GLP para Clientes	ton	1,22E+03	0,05%	0,08%
Hidrogênio para clientes	ton	5,25E+02	0,06%	0,03%
Metano para clientes	ton	1,51E+03	0,06%	0,10%
Propeno Polímero	ton	2,88E+05	18,58%	19,06%
Propeno Químico	ton	1,57E+05	11,29%	10,40%
RAP + GOP para UTE + FB1013	ton	4,66E+04	1,18%	3,09%
Resíduo de Pirólise para Cliente	ton	7,72E+04	0,00%	5,11%

5. Emissões atmosféricas	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Dióxido de Carbono (CO2)	ton	3,19E+06	(1,4,1,1,1)	Alta
Material Particulado (MP)	ton	4,41E+02	(1,4,1,1,1)	Alta
Óxidos de Enxofre (SOx)	ton	2,49E+03	(1,4,1,1,1)	Alta
Óxidos de Nitrogênio (NOx)	ton	5,15E+03	(1,4,1,1,1)	Alta
Eteno	ton	1,08E+03	(1,4,1,1,1)	Alta
Propano	ton	3,16E+02	(1,4,1,1,1)	Alta
Butano	ton	4,73E+01	(1,4,1,1,1)	Alta
Metano	ton	1,33E+00	(1,4,1,1,1)	Alta
Pentano	ton	7,23E+01	(1,4,1,1,1)	Alta
Hexano	ton	2,08E+01	(1,4,1,1,1)	Alta
Heptano	ton	6,10E+00	(1,4,1,1,1)	Alta
Octano	ton	1,80E+00	(1,4,1,1,1)	Alta
Nonano	ton	6,16E-01	(1,4,1,1,1)	Alta
Decano	ton	2,13E-01	(1,4,1,1,1)	Alta
Naftaleno	ton	5,12E+00	(1,4,1,1,1)	Alta
Benzeno	ton	6,40E-01	(1,4,1,1,1)	Alta

6. Efluentes	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Efluentes Orgânicos	m³	3,35E+06	(1,4,1,1,1)	Alta
Efluentes Inorgânicos	m³	6,37E+05	(1,4,1,1,1)	Alta

<b>7. Resíduos sólidos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Resíduo para aterro industrial	ton	2,29E+02	(1,4,1,1,1)	Alta

Resíduo para aterro sanitário	ton	3,85E+03	(1,4,1,1,1)	Alta
Resíduos para reciclagem	ton	1,09E+02	Cut-off	

\* Todos os dados da tabela acima foram obtidos por meio de questionário aplicado a Braskem em 2012. Nenhuma informação sobre critério de corte foi repassada no questionário. É possível perceber, entretanto, que alguns aditivos estão ausentes no inventário. Ressalta-se, por outro lado, que esses aditivos têm representação mássica muito inferior às demais entradas de materiais.

3  
4  
5  
6  
7  
8

Na ausência dos dados da REVAP e da REDUC, para os processos de produção de propano na REVAP e REDUC foi considerado um processo misto com 50% dos dados da UNIB 4 e 50% dos dados da UNIB BA. Essa consideração está descrita no item hipóteses.

TABELA 5. DADOS DO PROCESSO DE POLIMERIZAÇÃO E EXTRUSÃO PARA PRODUÇÃO DE PP

ENTRADAS				
1. Entradas de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Propeno	ton	2,42E+05	(1,4,1,1,1)	Alta
Eteno	ton	1,17E+02	(1,4,1,1,1)	Alta
Catalisador	kg	1,22E+01	(1,4,1,1,1)	Alta
Blenda 2963	kg	5,58E+01	(1,4,1,1,1)	Alta
Embalagem PP/PE	kg	9,26E+02	(1,4,1,1,1)	Alta
2. Consumo de Água	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Água	m <sup>3</sup>	3,11E+05	(1,2,1,1,1)	Alta
3. Entradas de energia	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Energia da rede elétrica	MWh	5,85E+04	(1,4,1,1,1)	Alta
Vapor de alta pressão	GJ	1,42E+05	(1,4,1,1,1)	Alta
4. Transporte	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Propeno REDUC, dutovia	tkm	2,10E+02	(1,4,1,1,1)	Alta
Propeno UNIB 4, dutovia	tkm	4,04E+01	(1,4,1,1,1)	Alta
Propeno REVAP, rodoviário	tkm	1,46E+04	(1,4,1,1,1)	Alta
Propeno UNIB BA, navio	tkm	6,70E+04	(1,4,1,1,1)	Alta
Propeno UNIB BA, dutovia	tkm	4,43E+02	(1,4,1,1,1)	Alta
Eteno UNIB 4, dutovia	tkm	1,17E+02	(1,4,1,1,1)	Alta
SAÍDAS				
5. Saídas de produtos	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
PP	ton	2,40E+05	(1,4,1,1,1)	Alta
6. Emissões atmosféricas	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Propeno	ton	1,18E+01	(1,4,1,1,1)	Alta
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> eq)	ton	7,93E+03	(1,4,1,1,1)	Alta
7. Efluentes	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Efluente líquido	m <sup>3</sup>	2,58E+04	(1,4,1,1,1)	Alta

8. Resíduos sólidos	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Resíduo para aterro sanitário	ton	5,29E+01	(1,4,1,1,1)	Alta
Resíduo para Incineração	ton	3,39E+00	(1,4,1,1,1)	Alta
Resíduo para reciclagem	ton	2,74E+02	Cut-off	Cut-off

9 \* Todos os dados da tabela acima foram obtidos por meio de questionário aplicado à Braskem em 2012.  
 10 Nenhuma informação sobre critério de corte foi repassada no questionário.

11

12 TABELA 6. DADOS DO PROCESSO DE EXTRUSÃO E TERMOFORMAGEM PARA PRODUÇÃO DE COPO DE PP

ENTRADAS				
1. Entradas de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Polipropileno	kg	6,68E+05	(1,4,1,1,1)	Alta
Masterbach	kg	7,68E+03	(1,4,1,1,1)	Alta
2. Consumo de Água	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Água	m <sup>3</sup>	1,78E+03	(1,4,1,1,1)	Alta
3. Entradas de energia	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Energia da rede elétrica	kWh	1,97E+06	(1,4,1,1,1)	Alta
4. Transporte	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Transporte matérias-primas	kgkm	8,66E+08	(1,4,1,1,1)	Alta
SAÍDAS				
5. Saída de produtos	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Copo de PP de 200 ml	kg	6,69E+05		
6. Efluentes	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Efluente líquido	m <sup>3</sup>	1,24E+03	(1,4,1,1,1)	Alta
7. Resíduos sólidos	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Resíduos para reciclagem	kg	4,47E+03	Cut-off	
Resíduo para aterro sanitário	kg	3,26E+03	(1,4,1,1,1)	Alta

13 \* Todos os dados da tabela acima foram obtidos por meio de questionário aplicado à Copobras em 2015.  
 14 Nenhuma informação sobre critério de corte foi repassada no questionário.

15

16 TABELA 7. PROCESSO DE USO DO COPO DESCARTÁVEL DE PP

ENTRADAS				
1. Entradas de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Copo de PP	unidade	6,25E+04		
2. Transporte	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Distribuição do copo de PP	kgkm	2,93E+04	(3,4,1,3,4)	Média
DESTINAÇÃO				
3. Cenário de destino	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Copo de PP usado para Cenário de descarte do copo descartável de PP	Unidade	6,25E+04		

17

18 TABELA 8. DADOS DO CENÁRIO DE DESCARTE DO COPO DESCARTÁVEL DE PP

ENTRADA				
1. Entrada de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Copo de PP pós-uso	kg	1,00E+00		
2. Transporte	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Coleta dos copos pósconsumo	kgkm	2,50E+02	(3,4,1,3,4)	Média
DESTINAÇÃO				
3. Cenários de tratamento	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Reciclagem	kg	1,08E-01	(1,1,1,1,1)	Alta
Lixão	kg	1,57E-01	(1,1,1,1,1)	Alta
Aterro controlado	kg	2,15E-01	(1,1,1,1,1)	Alta
Aterro sanitário	kg	5,18E-01	(1,1,1,1,1)	Alta

19

20 TABELA 9. DADOS DO PROCESSO DE RECICLAGEM DO COPO DESCARTÁVEL DE PP

ENTRADAS				
1. Entradas de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Copo de PP pós-uso	kg	1,00E+00		
2. Energia	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Energia da rede elétrica	kWh	6,00E-01	(3,5,1,5,3)	Média
SAÍDAS				
3. Saídas de produtos	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
PP reciclado (como produto evitado)	kg	9,94E-01	(4,1,1,1,1)	Alta
4. Tratamento de resíduos	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Lixão	kg	1,06E-03	(4,1,1,1,1)	Alta
Aterro controlado	kg	1,45E-03	(4,1,1,1,1)	Alta
Aterro sanitário	kg	3,49E-03	(4,1,1,1,1)	Alta

21 \*Deve-se atentar que de acordo com método de alocação para produtos pós-consumo, todas as entradas e  
 22 saídas devem ser alocadas 50% para o sistema copo e 50% para o próximo sistema. Para a saída de PP  
 23 reciclado, além da alocação 50%, foi aplicada uma taxa de degradação da qualidade do plástico de 50%. O  
 24 dado de consumo de energia é dado pela Pré Consultants no software Simapro para o processo de reciclagem  
 25 global de PP. Por se tratar de um dado de média qualidade uma análise de sensibilidade foi realizada.

26

## B. COPO REUTILIZÁVEL DE CERÂMICA

Dada a indisponibilidade de dados para o Brasil, optou-se por usar o dataset doecoinvent v2 “Sanitary ceramics, at regional storage/CH”<sup>6</sup> com adaptação da matriz elétrica para matriz brasileira, para representar o processo de produção de copos de cerâmica. Esse processo foi escolhido por ser o único para produção de produtos a base de cerâmica. Devido a utilização de um processo com possível tecnologia, escopo temporal e geográfico diferentes tem-se o seguinte vetor pedigree (1,5,4,5,4) que indica dados de baixa qualidade.

Ressalta-se que as incertezas devido às diferenças geográficas, temporais e tecnológicas são minimizadas, dada a baixa contribuição da etapa de produção do copo de cerâmica em relação ao ciclo de vida total, conforme detalhado no item “Análise da qualidade dos dados”.

Os dados do processo de lavagem estão descritos no item E. “processos de lavagem” desse anexo.

TABELA 10. PROCESSO DE USO DO COPO REUTILIZÁVEL DE CERÂMICA

ENTRADAS				
1. Entradas de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Copo de cerâmica	unidade	1,00E+02		
2. Transporte	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Distribuição do copo de cerâmica	kgkm	4,75E+03	(3,4,1,3,4)	Média
3. Processo	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Processo de lavagem de copos	Unidade	6,25E+04		
DESTINAÇÃO				
4. Cenário de destino	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Copo de cerâmica pósuso para Cenário de descarte do copo reutilizável de cerâmica	Unidade	1,00E+02		

\* Dado de média qualidade foi analisado no cenário de sensibilidade na distribuição de copos.

TABELA 11. DADOS DO CENÁRIO DE DESCARTE DE COPO REUTILIZÁVEL DE CERÂMICA

ENTRADA				
1. Entrada de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Copo de cerâmica	kg	1,00E+00		
2. Transporte	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Coleta dos copos pós-uso	kgkm	2,50E+02	(3,4,1,3,4)	Média

<sup>6</sup> As informações sobre esse dataset são públicas, mas não são gratuitas. Portanto, faz-se referência ao relatório do ecoinvent: Life Cycle Inventories of Building Products (2007).

DESTINAÇÃO				
3. Cenários de tratamento	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Lixão	kg	1,77E-01	(1,1,1,1,1)	Alta
Aterro controlado	kg	2,42E-01	(1,1,1,1,1)	Alta
Aterro sanitário	kg	5,81E-01	(1,1,1,1,1)	Alta

45

### 46 C. COPO REUTILIZÁVEL DE VIDRO

47 Dada a indisponibilidade de dados para o Brasil, optou-se por usar o dataset do  
 48ecoinvent V2 “Packaging glass, white, at plant/RER U”<sup>7</sup> com adaptação da matriz elétrica  
 49para matriz brasileira, para representar o processo de produção de copos de vidro. Esse  
 50processo foi escolhido por ser o processo mais similar ao processo de produção de copos  
 51disponível na base de dados ecoinvent. Devido a utilização de um processo com possível  
 52tecnologia, escopo temporal e geográfico diferentes tem-se o seguinte vetor pedigree  
 53(1,5,4,5,4) que indicada dados de baixa qualidade.

54 Ressalta-se que as incertezas devido às diferenças geográficas, temporais e  
 55tecnológicas são minimizadas, dada a baixa contribuição da etapa de produção do copo de  
 56vidro em relação ao ciclo de vida total, conforme detalhado no item “Análise da qualidade  
 57dos dados”

58 Os dados do processo de lavagem estão descritos no item E. “processos de lavagem”  
 59desse anexo.

60

61 TABELA 12. PROCESSO DE USO DO COPO REUTILIZÁVEL DE VIDRO

ENTRADAS				
1. Entradas de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Copo de vidro	unidade	1,00E+02		
2. Transporte	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Distribuição do copo de vidro	kgkm	4,75E+03	(3,4,1,3,4)	Média
3. Processo	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Processo de lavagem de copos	Unidade	6,25E+04		
DESTINAÇÃO				
4. Cenário de destino	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade

<sup>7</sup> As informações sobre esse dataset são públicas, mas não são gratuitas. Portanto, faz-se referência ao relatório do ecoinvent: Life Cycle Inventories of Packaging and Graphical Paper (2007).

Copo de vidro pós-uso para Cenário de descarte do copo reutilizável de vidro	Unidade	1,00E+02		
--	---------	----------	--	--

62 \* Dado de média qualidade foi analisado no cenário de sensibilidade na distribuição de copos.

63

64 TABELA 13. DADOS DO CENÁRIO DE DESCARTE DO COPO REUTILIZÁVEL DE VIDRO

ENTRADA				
1. Entrada de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Copo de vidro pós-uso	kg	1,00E+00		
2. Transporte	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Coleta dos copos pós-uso	kgkm	2,50E+02	(3,4,1,3,4)	Média
DESTINAÇÃO				
3. Cenários de tratamento	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Reciclagem	kg	4,70E-01	(1,1,1,1,1)	Alta
Lixão	kg	9,38E-02	(1,1,1,1,1)	Alta
Aterro controlado	kg	1,28E-01	(1,1,1,1,1)	Alta
Aterro sanitário	kg	3,08E-01	(1,1,1,1,1)	Alta

65

66

67 TABELA 14. PROCESSO DE RECICLAGEM DO COPO REUTILIZÁVEL DE VIDRO

ENTRADAS				
1. Entradas de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Copo de vidro	kg	1,00E+00		
SAÍDAS				
2. Saídas de produtos	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Vidro reciclado (como produto evitado)	kg	1,00E+00		
3. Tratamento de resíduos	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Lixão	kg	8,85E-02	(4,1,1,1,1)	Alta
Aterro controlado	kg	1,21E-01	(4,1,1,1,1)	Alta
Aterro sanitário	kg	2,90E-01	(4,1,1,1,1)	Alta

68 \*Deve-se atentar que de acordo com método de alocação para produtos pós-consumo, todas as entradas e  
 69 saídas devem ser alocadas 50% para o sistema copo e 50% para o próximo sistema. Dado de média qualidade  
 70 avaliado na sensibilidade da distância para reciclagem.

71

## 72 D. COPO REUTILIZÁVEL DE VIDRO

73 Os processos de produção de propeno na UNIB 4, UNIB BA, REVAP e REDUC, bem  
 74 como o processo de polimerização e extrusão para produção do PP, já estão descritos no  
 75 item A. “Copo descartável de PP” desse anexo.

76

77 TABELA 15. DADOS DO PROCESSO DE INJEÇÃO PARA PRODUÇÃO DO COPO REUTILIZÁVEL DE PP

ENTRADAS				
<b>1. Entradas de material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Polipropileno	kg	1,01E+00	(3,4,5,5,5)	Baixa
<b>2. Processo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Processo de injeção de plástico	kg	1,01E+00	(3,4,5,5,5)	Baixa
<b>3. Transporte</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Transporte PP	kgkm	1,17E+03	(3,4,1,3,4)	média
SAÍDAS				
<b>4. Saídas de produtos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Copo de PP de 200 ml	kg	1,00E+00		
<b>5. Resíduos sólidos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Resíduos plásticos PP	kg	6,00E-03	(3,4,1,3,4)	Média

78 \* A análise de contribuição demonstra que os dados de baixa qualidade não interferem no resultado do  
 79 estudo.

80

81 TABELA 16. PROCESSO DE USO DO COPO REUTILIZÁVEL DE PP

ENTRADAS				
<b>1. Entradas de material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Copo de reutilizável de PP	unidade	1,00E+02		
<b>2. Transporte</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Distribuição do copo de PP	kgkm	5,00E+02	(3,4,1,3,4)	Média
<b>3. Processo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Processo de lavagem de copos	Unidade	6,25E+04		
DESTINAÇÃO				
<b>4. Cenário de destino</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Copo de PP usado para Cenário de descarte do copo reutilizável de PP	Unidade	1,00E+02		

83 \* Dado de média qualidade analisado no cenário de sensibilidade na distribuição de copos.

84

85

86 TABELA 17. DADOS DO CENÁRIO DE DESCARTE DO COPO REUTILIZÁVEL DE PP

ENTRADA				
<b>1. Entrada de material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Copo de PP reutilizável	kg	1,00E+00		
<b>2. Transporte</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Coleta dos copos pósconsumo	kgkm	2,50E+02	(3,4,1,3,4)	Média
DESTINAÇÃO				
<b>3. Cenários de tratamento</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>

Reciclagem	kg	1,08E-01	(1,1,1,1,1)	Alta
Lixão	kg	1,57E-01	(1,1,1,1,1)	Alta
Aterro controlado	kg	2,15E-01	(1,1,1,1,1)	Alta
Aterro sanitário	kg	5,18E-01	(1,1,1,1,1)	Alta

87

88 TABELA 18. PROCESSO DE RECICLAGEM DO COPO REUTILIZÁVEL DE PP

ENTRADAS				
1. Entradas de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Copo reutilizável de PP	kg	1,00E+00		
2. Energia	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Energia da rede elétrica	kg	6,00E-01	(3,5,1,5,3)	Média
SAÍDAS				
3. Saídas de produtos	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
PP reciclado (como produto evitado)	kg	9,94E-01	(4,1,1,1,1)	Alta
4. Tratamento de resíduos	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Lixão	kg	1,06E-03	(4,1,1,1,1)	Alta
Aterro controlado	kg	1,45E-03	(4,1,1,1,1)	Alta
Aterro sanitário	kg	3,49E-03	(4,1,1,1,1)	Alta

89 \*Deve-se atentar que de acordo com método de alocação para produtos pós-consumo, todas as entradas e  
 90 saídas devem ser alocadas 50% para o sistema copo e 50% para o próximo sistema. Para a saída de PP  
 91 reciclado, além da alocação 50%, foi aplicada uma taxa de degradação da qualidade do plástico de 50%. O  
 92 dado de consumo de energia é dado pela PRé Consultants no software SimaPro para o processo de reciclagem  
 93 global de PP. Por se tratar de um dado de média qualidade uma análise de sensibilidade foi realizada.

94

## 95 E. PROCESSOS DE LAVAGEM

96

97 TABELA 19. DADOS DO PROCESSO DE LAVAGEM MECÂNICA DE COPOS

ENTRADAS				
1. Entradas de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Água	kg	1,40E-01*	(1,4,1,2,4)	Média
Sabão	kg	3,20E-04*	(1,4,1,2,4)	Média
2. Entrada de energia	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Energia da rede elétrica	kWh	1,20E-02*	(1,4,1,2,4)	Média
3. Transporte	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Transporte sabão	kgkm	4,80E-02	(1,4,1,2,4)	Média
SAÍDAS				

4. Saídas de produtos	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
1 copo lavado	unidade	1,00E+00	(1,4,1,2,4)	Média
5. Efluentes	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Efluente	l	1,40E-01	(1,4,1,3,4)	Média

\* Dados obtidos em OVAM (2006).

98

99

100 TABELA 20. DADOS DO PROCESSO DE LAVAGEM MANUAL DE COPOS

ENTRADAS				
1. Entradas de material	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Água	kg	1,20E+00	(3,4,1,3,4)	Média
Sabão	kg	3,20E-04	(3,4,1,3,4)	Média
2. Transporte	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Transporte sabão	kgkm	4,80E-02	(3,4,1,3,4)	Média
SAÍDAS				
3. Saídas de produtos	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
1 copo lavado	unidade	1,00E+00	(3,4,1,3,4)	Média
5. Efluentes	Unidade	Quantidade	Matriz de Pedigree	Qualidade
Efluente	l	1,20E+00	(1,4,1,3,4)	Média

101

102

## 103 ANEXO D – PROCESSOS SELECIONADOS NO ECOINVENT

### 104 A. COPO DESCARTÁVEL DE PP

105

106 TABELA 21. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PROPENO NA UNIB BA

1. Entradas	ecoinvent
Nafta	Naphtha, at refinery/kg/CH <sup>8</sup>
Eteno de Retorno	Coletado
Etano	Ethylene, pipeline system, at plant/RER U
Água	Tap water, at user/RER U
Energia Elétrica	Electricity, high voltage, at grid/BR U
Gás Natural	Natural gas, at production offshore/NO U
2. Transporte	ecoinvent
Etano, dutovia	Transport, natural gas, onshore pipeline, long distance/NO U
Eteno de retorno, dutovia	Transport, natural gas, onshore pipeline, long distance/NO U

<sup>8</sup> O processo de produção de nafta foi adaptado para realidade brasileira substituindo a fonte de energia elétrica e alterando os percentuais de produção onshore x offshore, considerando 90% de produção offshore (Crude oil, production NO, at long distance transport/RER U) e 10% de produção onshore (Crudeoil, production RME, at long distance transport/RER U).

Gás natural, dutovia	Transport, natural gas, onshore pipeline, long distance/NO U
Nafta, dutovia	Transport, crude oil pipeline, onshore/RER U
Nafta, navio	Transport, barge/RER U
<b>3. Efluentes</b>	<b>ecoinvent</b>
Efluentes Orgânicos	Treatment, sewage, to wastewater treatment, class 1/CH U
Efluentes Inorgânicos	Treatment, sewage, to wastewater treatment, class 1/CH U
<b>4. Resíduos sólidos</b>	<b>ecoinvent</b>
Resíduo para aterro industrial	Disposal, residue from cooling tower, 30% water, to sanitary landfill/CH U
Resíduo para aterro sanitário	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH U

107

108 TABELA 22. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PROPENO NA UNIB 4

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Etano	Ethylene, pipeline system, at plant/RER U
Propano	Propane/butane, at refinery/kg/CH <sup>9</sup>
Água	Tap water, at user/RER U
Energia da rede elétrica	Electricity, high voltage, at grid/BR U
Gás Natural	Natural gas, at production offshore/NO U
<b>2. Resíduos sólidos</b>	<b>ecoinvent</b>
Resíduo para aterro sanitário	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, sanitary landfill/CH

109 TABELA 23. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE POLIMERIZAÇÃO E EXTRUSÃO PARA PRODUÇÃO DE PP

<b>1. Entradas</b>	<b>ecoinvent</b>
Propeno	Coletado
Eteno	Coletado
Água	Tap water, at user/RER U
Energia da rede elétrica	Electricity, high voltage, at grid/BR U
Vapor de alta pressão	Heat, at air-water heat pump 10kW/CH U
Catalisador	Chemicals inorganic, at plant/GLO U
Blenda	Polipropileno, na planta PP5 da Braskem / BR U mix
Embalagem PE	Polyethylene, LLDPE, granulate, at plant/RER U
<b>2. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Propeno REDUC, dutovia	Transport, natural gas, onshore pipeline, long distance/NO U
Propeno UNIB 4, dutovia	Transport, natural gas, onshore pipeline, long distance/NO U
Propeno REVAP, rodoviário	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER U

<sup>9</sup> O processo de produção de propano foi adaptado para realidade brasileira substituindo a fonte de energia elétrica e alterando os percentuais de produção onshore x offshore, considerando 90% de produção offshore (Crudeoil, production NO, at long distance transport/RER U) e 10% de produção onshore(Crudeoil, production RME, at long distance transport/RER U).

Propeno UNIB BA, navio	Transport, barge/RER U
Propeno UNIB BA, dutovia	Transport, natural gas, onshore pipeline, long distance/NO U
Eteno UNIB 4, dutovia	Transport, natural gas, onshore pipeline, long distance/NO U
<b>3. Efluentes</b>	<b>ecoinvent</b>
Efluente líquido	Treatment, sewage, to wastewater treatment, class 1/CH U
<b>4. Resíduos sólidos</b>	<b>ecoinvent</b>
Resíduo para aterro sanitário	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH U

110

111 TABELA 24. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE EXTRUSÃO E TERMOFORMAGEM PARA PRODUÇÃO DE  
112 COPO DE PP

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Polipropileno	Polipropileno, na planta PP5 da Braskem / BR U mix
Masterbach	Titanium dioxide, production mix, at plant/RER U
Água	Tap water, at user/RER U <sup>10</sup>
Energia da rede elétrica	Electricity, medium voltage, at grid/BR U (with updated mix)
<b>2. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Transporte matéria-prima	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER S
<b>3. Efluentes</b>	<b>ecoinvent</b>
Efluente líquido	Treatment, sewage, to wastewater treatment, class 1/CH U
<b>4. Resíduos sólidos</b>	<b>ecoinvent</b>
Resíduo para aterro sanitário	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH U

113

114

115

116

117

<sup>10</sup> Com adaptação da matriz elétrica para matriz brasileira.

118 25. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE USO DO COPO DESCARTÁVEL DE PP

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de PP	Processo de extrusão e termoformagem para produção de copo de PP
<b>2. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Distribuição do copo de PP	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER S
<b>3. Destinação</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de PP usado para Cenário de descarte do copo descartável de PP	Cenário de descarte do copo descartável de PP

119

120 TABELA 26. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O CENÁRIO DE DESCARTE DO COPO DESCARTÁVEL DE PP

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de PP pós-uso	Processo de uso do copo descartável de PP
<b>2. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Coleta dos copos pósconsumo	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER S
<b>3. Destinação</b>	<b>ecoinvent</b>
Reciclagem	Processo de reciclagem do copo descartável de PP
Lixão	Disposal, polypropylene, 15,9% water, to dump/BR
Aterro controlado	Disposal, polypropylene, 15,9% water, to controlled landfill/BR U
Aterro sanitário	Disposal, polypropylene, 15,9% water, to sanitary landfill/BR

121

122 TABELA 27. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE RECICLAGEM DO COPO DESCARTÁVEL DE PP

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de PP pós-uso	Cenário de descarte do copo descartável de PP
<b>2. Energia</b>	<b>ecoinvent</b>
Energia da rede elétrica	Electricity, medium voltage, at grid/BR U
<b>3. Destinação</b>	<b>ecoinvent</b>
Lixão	Disposal, polypropylene, 15,9% water, to dump/BR
Aterro controlado	Disposal, polypropylene, 15,9% water, to controlled landfill/BR U
Aterro sanitário	Disposal, polypropylene, 15,9% water, to sanitary landfill/BR

123

## 124 B. COPO REUTILIZÁVEL DE CERÂMICA

125

126 TABELA 28. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE USO DO COPO REUTILIZÁVEL DE CERÂMICA

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de cerâmica	Processo de produção do copo reutilizável de cerâmica
<b>2. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Distribuição do copo de cerâmica	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER S

<b>3. Processo</b>	<b>ecoinvent</b>
Processo de lavagem de copos	Processo de lavagem mecânica de copos
<b>4. Destinação</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de cerâmica pós- uso para Cenário de descarte do copo reutilizável de cerâmica	Cenário de descarte do copo reutilizável de cerâmica

127

128 TABELA 29. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O CENÁRIO DE DESCARTE DO COPO REUTILIZÁVEL DE CERÂMICA

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de cerâmica pós-uso	Processo de uso do copo reutilizável de cerâmica
<b>2. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Coleta dos copos pós-uso	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER S
<b>3. Destinação</b>	<b>ecoinvent</b>
Lixão	Disposal, inert material, 0,60% water, to dump/BR
Aterro controlado	Disposal, inert material, 0,60% water, to controlled landfill/BR U
Aterro sanitário	Disposal, inert material, 0,60% water, to sanitarylandfill/BR

129

130 **C. COPO REUTILIZÁVEL DE VIDRO**

131

132 TABELA 30. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE USO DO COPO REUTILIZÁVEL DE VIDRO

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de vidro	Processo de produção do copo reutilizável de vidro
<b>2. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Distribuição do copo de vidro	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER S
<b>3. Processo</b>	<b>ecoinvent</b>
Processo de lavagem de copos	Processo de lavagem mecânica de copos
<b>4. Destinação</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de vidro pós- uso para Cenário de descarte do copo reutilizável de vidro	Cenário de descarte do copo reutilizável de vidro

133

134 TABELA 31. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O CENÁRIO DE DESCARTE DO COPO REUTILIZÁVEL DE VIDRO

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de vidro pós-uso	Processo de uso do copo reutilizável de vidro
<b>2. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Coleta dos copos pós-uso	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER S
<b>3. Destinação</b>	<b>ecoinvent</b>
Reciclagem	Processo de reciclagem do copo reutilizável de vidro
Lixão	Disposal, glass, 2% water, to dump/BR

Aterro controlado	Disposal, glass, 2% water, to controlled landfill/BR U
Aterro sanitário	Disposal, glass, 2% water, to sanitary landfill/BR

135

136

### 32. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE RECICLAGEM DO COPO REUTILIZÁVEL DE VIDRO

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de vidro pós-uso	Cenário de descarte do copo reutilizável de vidro
<b>2. Destinação</b>	<b>ecoinvent</b>
Lixão	Disposal, glass, 2% water, to dump/BR
Aterro controlado	Disposal, glass, 2% water, to controlled landfill/BR U
Aterro sanitário	Disposal, glass, 2% water, to sanitary landfill/BR

137

138

## D. COPO REUTILIZÁVEL DE PP

139

140

141

TABELA 33. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DO PROCESSO DE INJEÇÃO PARA PRODUÇÃO DO COPO REUTILIZÁVEL DE PP

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Polipropileno	Processo de polimerização e extrusão para produção de PP
<b>2. Processo</b>	<b>ecoinvent</b>
Processo de injeção de plástico	Injection moulding/RER U <sup>11</sup>
<b>3. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Transporte PP	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER S

142

143

144

TABELA 34. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE USO DO COPO REUTILIZÁVEL DE PP

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de PP	Processo de injeção para produção do copo reutilizável de PP
<b>2. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Distribuição do copo de PP	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER S
<b>3. Processo</b>	<b>ecoinvent</b>
Processo de lavagem de copos	Processo de lavagem mecânica de copos
<b>4. Destinação</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de PP pós- uso para Cenário de descarte do copo reutilizável de PP	Cenário de descarte do copo reutilizável de PP

145

146

TABELA 35. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O CENÁRIO DE DESCARTE DO COPO REUTILIZÁVEL DE PP

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
--------------------------------	------------------

<sup>11</sup> Com adaptação da matriz elétrica para matriz brasileira.

Copo de PP pós-uso	Processo de uso do copo reutilizável de PP
<b>2. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Coleta dos copos pós-uso	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER S
<b>3. Destinação</b>	<b>ecoinvent</b>
Reciclagem	Processo de reciclagem do copo reutilizável de PP
Lixão	Disposal, polypropylene, 15,9% water, to dump/BR
Aterro controlado	Disposal, polypropylene, 15,9% water, to controlled landfill/BR U
Aterro sanitário	Disposal, polypropylene, 15,9% water, to sanitary landfill/BR

147

148 TABELA 36. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE RECICLAGEM DO COPO REUTILIZÁVEL DE PP

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Copo de PP pós-uso	Cenário de descarte do copo reutilizável de PP
<b>2. Energia</b>	<b>ecoinvent</b>
Energia da rede elétrica	Electricity, medium voltage, at grid/BR U
<b>3. Destinação</b>	<b>ecoinvent</b>
Lixão	Disposal, polypropylene, 15,9% water, to dump/BR
Aterro controlado	Disposal, polypropylene, 15,9% water, to controlled landfill/BR U
Aterro sanitário	Disposal, polypropylene, 15,9% water, to sanitary landfill/BR

149

## 150 E. PROCESSOS DE LAVAGEM

151

152 TABELA 37. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE LAVAGEM MECÂNICA DE COPOS

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Água	Tap water, at user/RER U <sup>12</sup>
Sabão	Soap, at plant/RER U <sup>14</sup>
<b>2. Entrada de energia</b>	<b>ecoinvent</b>
Energia da rede elétrica	Electricity, low voltage, at grid/BR U
<b>3. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Transporte sabão	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER S
<b>4. Efluentes</b>	<b>ecoinvent</b>
Efluente	Treatment, sewage, to wastewater treatment, class 1/CH U

153

154 TABELA 38. CONEXÃO COM A BASE DE DADOS ECOINVENT PARA O PROCESSO DE LAVAGEM MANUAL DE COPOS

<b>1. Entradas de material</b>	<b>ecoinvent</b>
Água	Tap water, at user/RER U <sup>14</sup>

<sup>12</sup> Com adaptação da matriz elétrica para matriz brasileira.

Sabão	Soap, at plant/RER U <sup>14</sup>
<b>2. Transporte</b>	<b>ecoinvent</b>
Transporte sabão	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER S
<b>3. Efluentes</b>	<b>ecoinvent</b>
Efluente	Treatment, sewage, to wastewater treatment, class 1/CH U

155

156

157

Disposição final	Adaptações realizadas
<p>Lixão:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. PP - Disposal, polypropylene, 15,9% water, to dump/BR;</li> <li>ii. Cerâmica - Disposal, inert material, 0,60% water, to dump/BR; iii. Vidro - Disposal, glass, 2% water, to dump/BR</li> </ul>	<p><b>Considerou-se:</b> Ausência de impermeabilização do solo; Ausência de sistema de coleta de gás e chorume. Emissões diretas (par o ar, água e solo) provenientes da decomposição dos resíduos depositados diretamente no solo, sem qualquer tratamento adicional; <b>Emissões para o ar:</b> assumidas como emissões para áreas com baixa densidade populacional, tendo em vista que a maior parte da disposição inadequada de resíduos no Brasil ainda acontece em cidades pequenas e distantes das áreas altamente povoadas. <b>Emissões para a água:</b> consideradas como emissões para águas subterrâneas, como não há impermeabilização do solo. <b>Cargas ambientais específicas do estabelecimento e operação do lixão:</b> Incluem somente a ocupação e a transformação da terra, considerando ausência de qualquer atividade administrativa ou operacional nessa forma de disposição.</p>
<p>Aterro Sanitário:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. PP - Disposal, polypropylene, 15,9% water, to sanitary landfill/BR;</li> <li>ii. Cerâmica - Disposal, inert material, 0,60% water, to sanitary landfill/BR;</li> <li>iii. Vidro - Disposal, glass, 2% water, to sanitary landfill/BR</li> </ul>	<p><b>Considerou-se:</b> Captação de biogás e chorume (47% do biogás gerado é recuperado através de sistemas de captura de gás de aterro [Doka 2009]); Que o biogás coletado é parcialmente queimado em chamas abertas (94%) e parcialmente utilizado na recuperação de energia (6%) [IBGE 2008]; Que o chorume é tratado em planta de tratamento de águas residuais classe 3 (valor padrão de ecoinvent), localizada no aterro; Que o lodo resultante do tratamento do chorume é novamente disposto em aterro; Abordagem cut-off para o lodo secundário resultante do tratamento do chorume proveniente da disposição final do lodo primário.</p> <p><b>Emissões para o ar:</b> como a soma das emissões provenientes da decomposição dos resíduos após queima do biogás e do tratamento de chorume; <b>Emissões para a água:</b> como emissões para rio, porque resultam do tratamento de chorume. <b>Cargas ambientais específicas do processo de tratamento de chorume e da operação do aterro:</b> Incluídas, considerando o consumo de energia elétrica proveniente da rede brasileira.</p>
<p>Aterro controlado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. PP - Disposal, polypropylene, 15,9% water, to controlled landfill/BR U;</li> </ul>	<p>O aterro controlado é um sistema de disposição pouco definido, que pode se referir a aterros com graus variáveis de impermeabilização do solo e coleta de gás e chorume. Devido à dificuldade de</p>

ii. iii. Cerâmica - Disposal, inert material, 0,60% water, to controlled landfill/BR U;  
Vidro - Disposal, glass, 2% water, to controlled landfill/BR U

estabelecer parâmetros fixos para este sistema de disposição, os inventários foram calculados por meio de uma mistura de aspectos ambientais de aterros sanitários (30%) e lixões (70%).

173

174

175

## ANEXO E – ANÁLISE DE CONTRIBUIÇÃO

### COPO DE PP DESCARTÁVEL

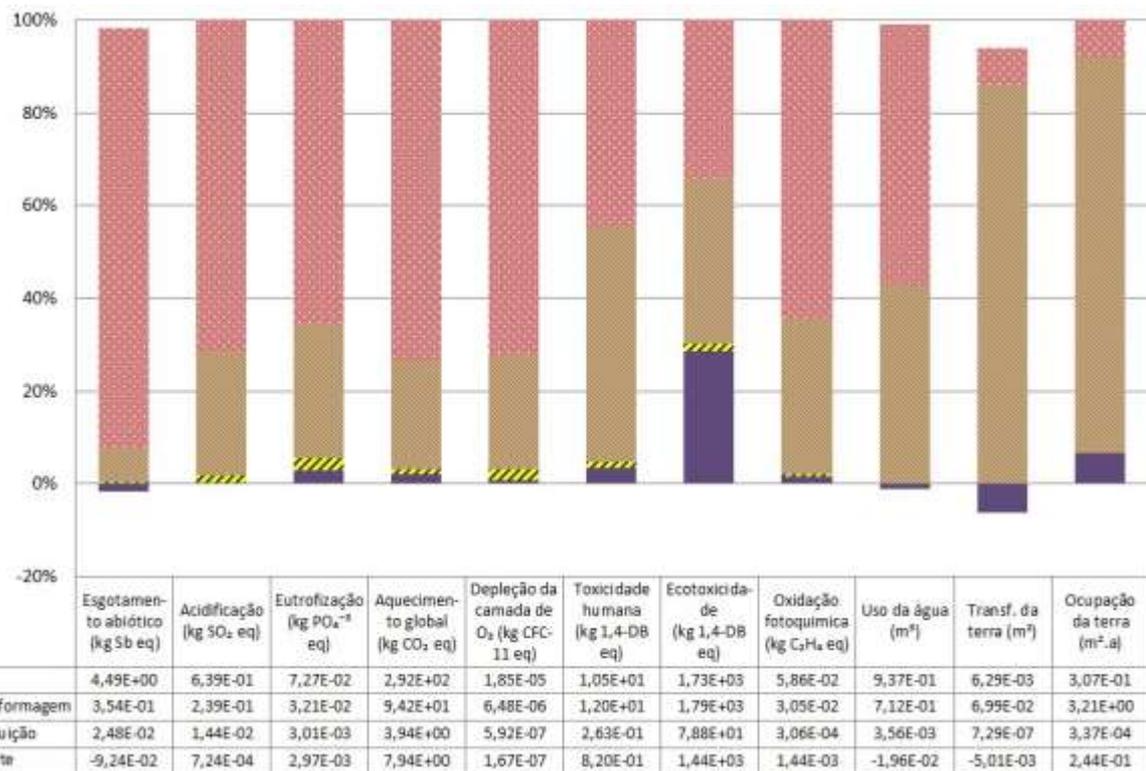
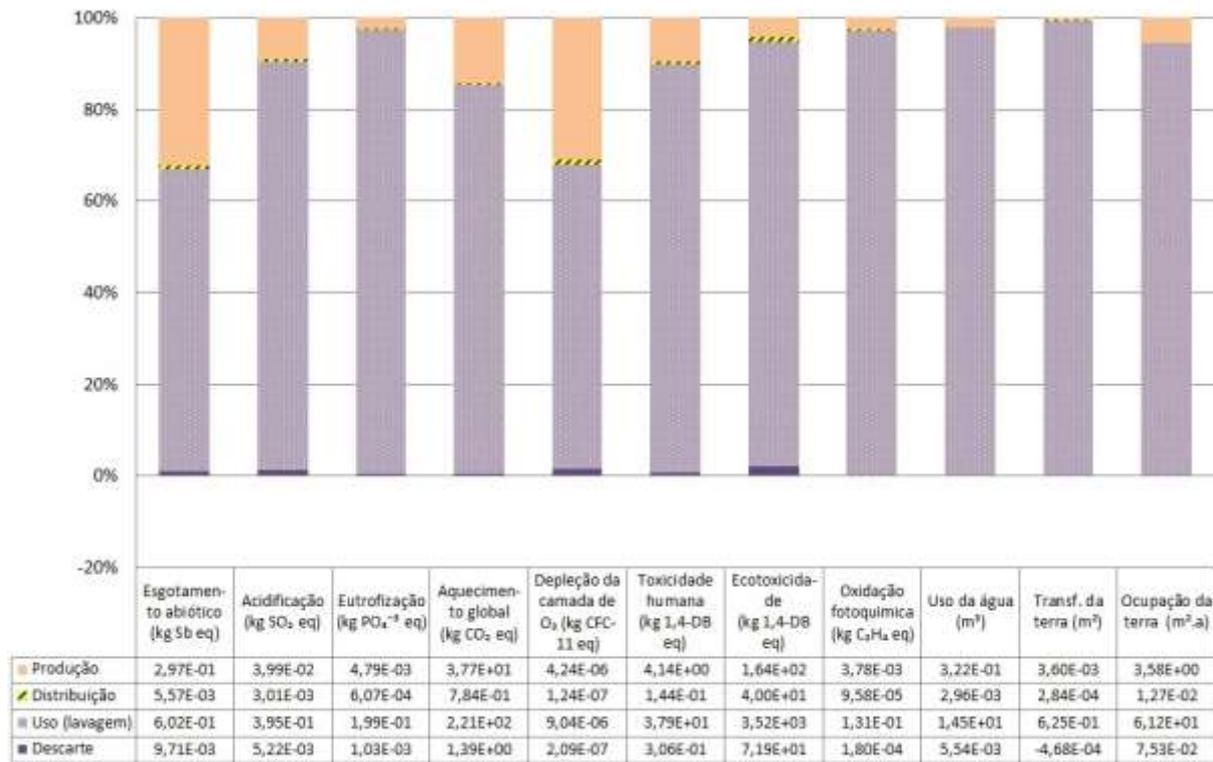


FIGURA 20. ANÁLISE DE CONTRIBUIÇÃO DAS ETAPAS DO CICLO DE VIDA DO COPO DE PP

A Figura 20 acima mostra que a matéria-prima (resina de PP) contribui com o potencial impacto de forma majoritária para as seguintes categorias de impacto: Esgotamento abiótico, acidificação, eutrofização, aquecimento global, depleção da camada de ozônio e oxidação fotoquímica. Para as categorias toxicidade humana, uso da água, transformação e ocupação da terra, a etapa de transformação contribui majoritariamente para o impacto potencial. A etapa de descarte contribui majoritariamente para o impacto na ecotoxicidade, merecendo destaque também para contribuição no impacto potencial de ocupação da terra.

### COPOS DE CERÂMICA E LAVAGENS

A Figura 21 abaixo mostra que a etapa de lavagem contribui com mais de 90% do impacto em quase todas as categorias de impacto com exceção para esgotamento abiótico, aquecimento global e depleção da camada de ozônio, onde a etapa de lavagem contribui com cerca de 70%, 80% e 70% respectivamente.

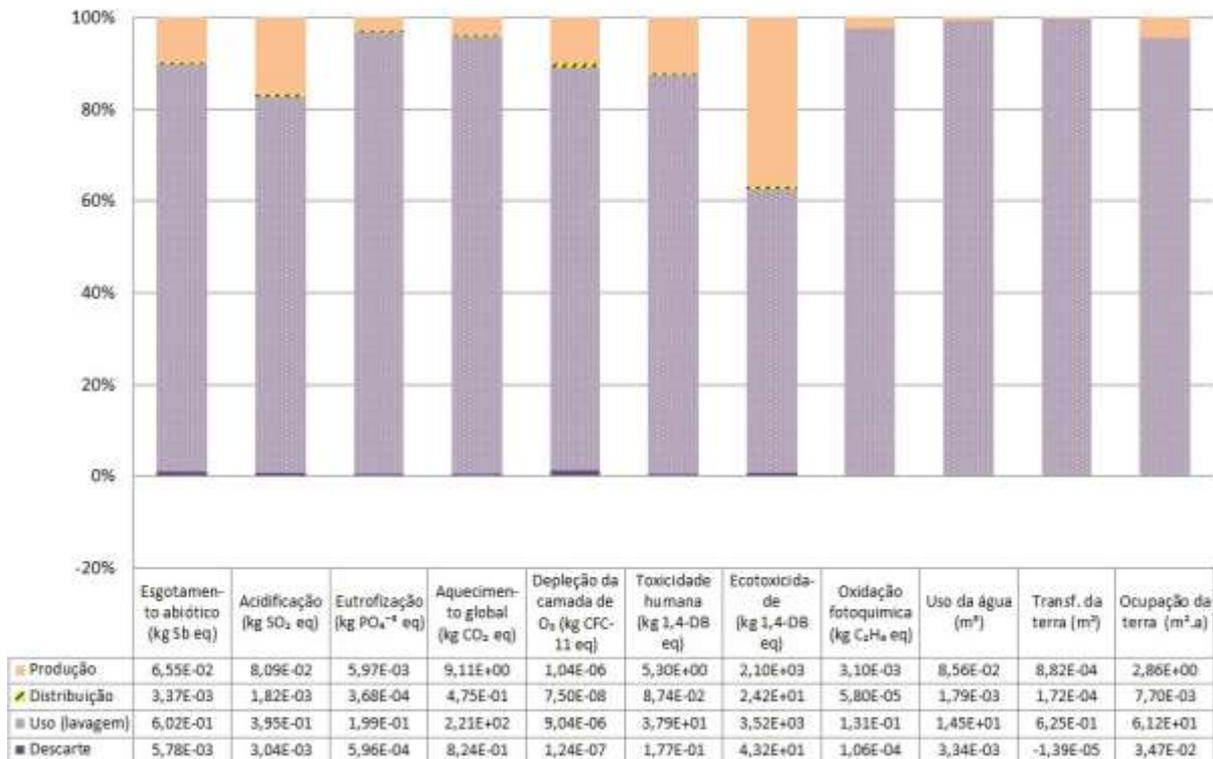


195  
196 FIGURA 21. ANÁLISE DE CONTRIBUIÇÃO DAS ETAPAS DO CICLO DE VIDA DO COPO DE CERÂMICA

197

### 198 *COPOS DE VIDRO E LAVAGENS*

199



200  
201 FIGURA 22. ANÁLISE DE CONTRIBUIÇÃO DAS ETAPAS DO CICLO DE VIDA DO COPO DE VIDRO

202

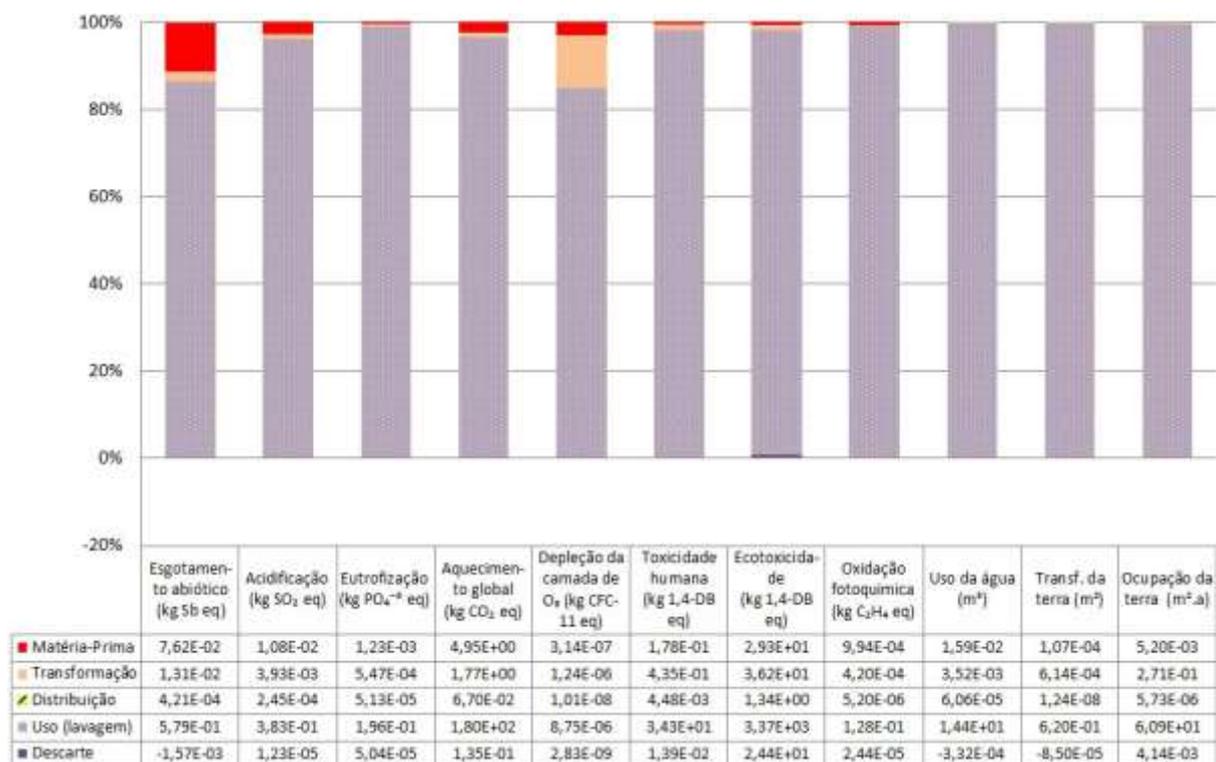
203 A Figura 22 acima mostra que a etapa de lavagem contribui com mais de 90% do  
 204 impacto em quase todas as categorias de impacto com exceção para acidificação e  
 205 ecotoxicidade, onde a etapa de lavagem contribui com cerca de 80% e 60%  
 206 respectivamente.

207

### 208 **COPOS DE PP E LAVAGENS**

209 A Figura 23 abaixo mostra que a etapa de lavagem contribui com mais de 90% do  
 210 impacto em todas as categorias de impacto.

211



212

213 FIGURA 23. ANÁLISE DE CONTRIBUIÇÃO DAS ETAPAS DO CICLO DE VIDA DO COPO REUTILIZÁVEL DE PP

214

215

## 216 **ANEXO F – CENÁRIO COMPARATIVO DO PROCESSO DE LAVAGEM**

217 Os dados utilizados nesse estudo para o processo de lavagem foram classificados  
 218 como de média qualidade, principalmente por serem dados com diferença temporal de 6  
 219 anos do ano base do estudo e também com diferença tecnológica e geográfica.

220 Para analisar se os dados mais recentes e com maior representatividade tecnológica e  
 221 geográfica teriam influência sobre os resultados desse estudo foi modelado um cenário  
 222 comparativo com dados obtidos em manual de máquina de lavar louças (Brastemp Ative! 8

223 serviços), considerando massa de 1 tablete de sabão de 19,6g (finish power tabs.  
 224 Informação disponível na embalagem).

225 É importante citar que as lava louças possuem compartimentos específicos para cada  
 226 tipo de louça, e não é comum utiliza-las apenas para lavagem de copos, dessa forma foram  
 227 modelados cenários com uma carga máxima de 40 e 60 copos de 200 ml por ciclo de  
 228 lavagem.

229

230 TABELA 40. DADOS DO PROCESSO DE LAVAGEM CONSIDERANDO 40 COPOS

<b>ENTRADAS</b>				
<b>1. Entradas de material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Água	kg	3,80E-01	(1,5,1,1,1)	Alta
Sabão	kg	4,90E-04	(1,5,1,1,1)	Alta
<b>2. Entrada de energia</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Energia da rede elétrica	kWh	1,95E-02	(1,5,1,1,1)	Alta
<b>3. Transporte</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Transporte sabão	kgkm	7,35E-02	(3,4,1,3,4)	Média
<b>SAÍDAS</b>				
<b>4. Saídas de produtos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
1 copo lavado	unidade	1,00E+00	(1,5,1,1,1)	Alta
<b>5. Efluentes</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Efluente	l	3,80E-01	(1,5,1,1,1)	Alta

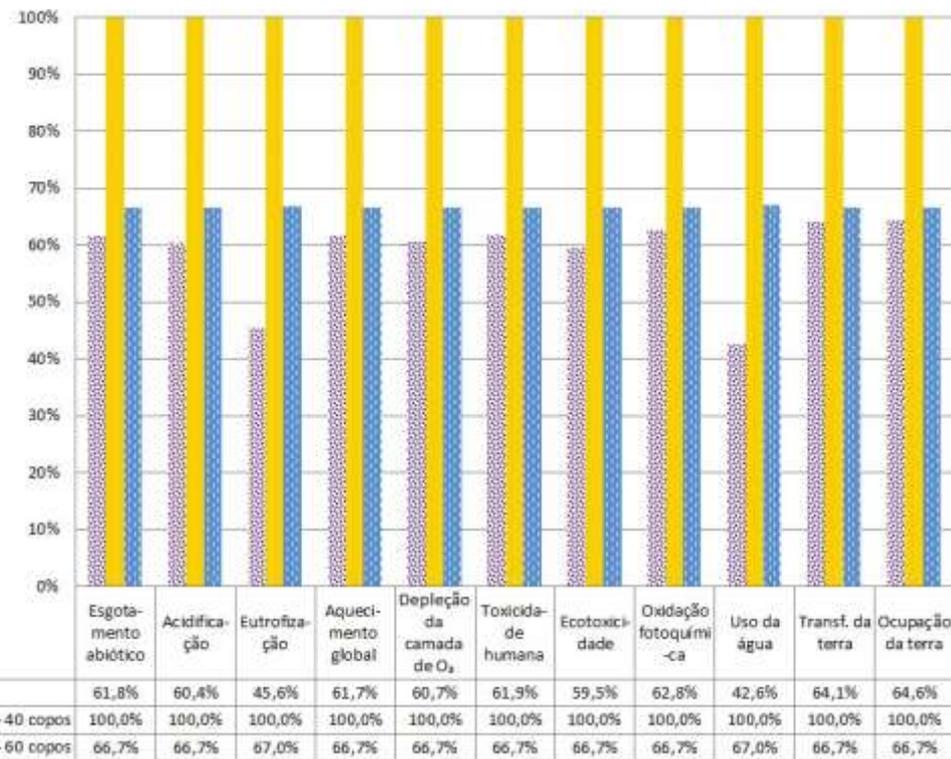
231

232 TABELA 41. DADOS DO PROCESSO DE LAVAGEM CONSIDERANDO 60 COPOS

<b>ENTRADAS</b>				
<b>1. Entradas de material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Água	kg	2,55E-01	(1,5,1,1,1)	Alta
Sabão	kg	3,27E-04	(1,5,1,1,1)	Alta
<b>2. Entrada de energia</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Energia da rede elétrica	kWh	1,30E-02	(1,5,1,1,1)	Alta
<b>3. Transporte</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>

Transporte sabão	kgkm	4,90E-02	(3,4,1,3,4)	Média
<b>SAÍDAS</b>				
<b>4. Saídas de produtos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
1 copo lavado	p	1,00E+00	(1,5,1,1,1)	Alta
<b>5. Efluentes</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Matriz de Pedigree</b>	<b>Qualidade</b>
Efluente	l	2,55E-01	(1,5,1,1,1)	Alta

234



235

236 FIGURA 24. CENÁRIO COMPARATIVO ENTRE OS DADOS UTILIZADOS NESSE ESTUDO (OVAM 2006) E DADOS DE MELHOR 237 QUALIDADE OBTIDOS EM MANUAL DE MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA COM CICLO DE LAVAGEM PARA 40 E 60 COPOS



## Roteiro de Verificação

Avaliação de Ciclo de Vida Comparativa entre  
Copos Descartáveis e Copos Reutilizáveis

Avaliação do Ciclo de Vida Comparativa entre

Nãotecido de PP e Tecido Cirúrgicos

**Braskem**

Março de 2014

## **Roteiro de Gap Analysis - Avaliação de ciclo de Vida**

**Objeto da análise:** RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS - Avaliação do Ciclo de Vida comparativa entre copos descartáveis de PP e copos reutilizáveis de PP, vidro e cerâmica - Agosto

**Objetivo da análise:** O objetivo desta análise é estabelecer e aumentar o grau de certeza e confiabilidade do resultado de ACV (Avaliação de

**Critérios do Gap Analysis:** PROCEDIMENTOS PARA GAP ANALYSIS DE ESTUDOS DE ACV

**Documentos de referência:** ABNT NBR ISO 14044:2009 / ABNT NBR ISO 14040:2009

**Responsável:** Paula da Silva  
Carvalho

**Revisor:** Ricardo Algis Zibas

1. Verificação de completudeza	Comentários	Conclusão KPMG 21/02/2014 (Atende / Não atende / Pendente)	Resposta Braskem	Conclusão KPMG 24/03/2014 (Atende / Não atende / Pendente)
1.1 Todas as informações relevantes e dados necessários estão disponíveis e completos?	Pendente envio das seguintes documentações para a verificação de completudeza: - Questionário de coleta de dados preenchido (UNIB BA, UNIB DCX, PPS e Copobrás); - Diagrama geral e evidências de todas as entradas e saídas do processo das UNIBs e PPS.	Pendente	Os questionários foram enviados a Braskem, Por se tratar de informação confidencial, entretanto, a sugestão é que a revisão seja feita somente em relação aos dados já compilados e apresentados no relatório	Não foi possível concluir a avaliação da completudeza dos dados, uma vez que informações sobre o processo da Braskem e de fabricações dos produtos não foram disponibilizadas.
2. Verificação de sensibilidade	Comentários	Conclusão KPMG 21/02/2014 (Atende / Não atende / Pendente)	Resposta Braskem	Conclusão KPMG 24/03/2014 (Atende / Não atende / Pendente)
2.1 Os resultados das análises de sensibilidade estão disponíveis? Em quais etapas foram realizadas as análises?	Sim. Vide RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - linhas 410 a 432.  Esclarecer no relatório se foram conduzidas análises de sensibilidades para o transporte de insumos. Em caso positivo, incluir os resultados. Esclarecer em quais etapas foram realizadas as análises de sensibilidade.	Pendente	Pontos esclarecidos no relatório (pág 21)	Atende
2.2 As análises aplicadas são adequadas ao objetivo e escopo do estudo?	Sim. Vide RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SENSIBILIDADE.	Atende	-	Atende
2.3 As conclusões foram explicadas de forma clara e estão adequadas com os resultados das análises?	Sim. Vide RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SENSIBILIDADE.  Esclarecer se os resultados das análises de sensibilidade refletiram alguma mudança no escopo, objetivo, fronteira do estudo ou hipóteses adotadas.  Incluir uma nota esclarecendo o leitor sobre a forma de leitura e entendimento das figuras apresentadas como resultado das análises de sensibilidade.	Pendente	Pontos esclarecidos no relatório. Item conclusão	Atende
3. Verificação de consistência	Comentários	Conclusão KPMG 21/02/2014 (Atende / Não atende / Pendente)	Resposta Braskem	Conclusão KPMG 24/03/2014 (Atende / Não atende / Pendente)
3.1 As diferenças na qualidade dos dados ao longo do ciclo de vida de um sistema de produto e entre diferentes sistemas de produto são consistentes com o objetivo e escopo do estudo?	Pendente esclarecimentos do item 2.1.3.6.	Pendente	Foi inserido um item "análise da qualidade dos dados" que justifica que os dados de baixa e média qualidade utilizados no estudo não apresentam influência sobre o resultado do estudo	Atende
3.2 As diferenças regionais e/ou temporais, se existentes, foram aplicadas de forma consistente?	Pendente esclarecimentos do item 2.1.3.6.	Pendente	As análises de qualidade dos dados e sensibilidade cobriram as incertezas decorrentes das diferenças tecnológicas e temporais.	Atende
3.3 As regras de alocação e a fronteira do sistema foram aplicadas de forma consistente a todos os sistemas de produto?	Pendente esclarecimentos do item 2.1.3.3.	Pendente	Atende. Vide item 2.1.3.3	Atende
3.4 Os elementos de avaliação de impacto foram aplicados de forma consistente?	Não foi possível avaliar este item, uma vez que "os cálculos foram executados com SimaPro® 7.3, software líder em ACV. Nenhuma normalização de dados foi completada para que se evitassem comparações de impacto entre as categorias" (RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA - linhas 406 a 408).	N/A	Sim atende, os cálculos foram executados no software SimaPro® 7.3, software mais utilizado em todo o mundo e aceito pela comunidade científica	N/A
4. Verificação das conclusões	Comentários	Conclusão KPMG 21/02/2014 (Atende / Não atende / Pendente)	Resposta Braskem	Conclusão KPMG 24/03/2014 (Atende / Não atende / Pendente)
4.1 As conclusões são consistentes com os requisitos do objetivo e escopo do estudo, incluindo, em particular, requisitos de qualidade dos dados, pressupostos e valores pré-definidos, limitações metodológicas e do estudo e requisitos voltado à aplicação?	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item CONCLUSÕES - linhas 808 a 856.  Recomenda-se que seja incluída na discussão uma nota também sobre a consistência dos dados em os sistemas de produto, especialmente com relação à qualidade dos dados utilizados.	Pendente	As análises de qualidade dos dados e sensibilidade cobriram as incertezas decorrentes das diferenças tecnológicas e temporais.	Atende
5. Atendimento aos requisitos e princípios definidos no PROCEDIMENTOS PARA GAP ANALYSIS DE ESTUDOS DE ACV	Comentários KPMG	Conclusão KPMG 21/02/2014 (Atende / Não atende / Pendente)	Resposta Braskem	Conclusão KPMG 24/03/2014 (Atende / Não atende / Pendente)
5.1 Definição de objetivo e escopo (NBR ISO 14044 item 5.2)				
5.2.1 Considerações gerais	Vide item 5.2.2 e 5.2.3	Pendente	Atende	Atende
5.2.2 Objetivo do estudo	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item A. OBJETIVO - linhas 73 a 85.  Para melhor entendimento do leitor quanto ao objetivo e escopo do estudo, recomenda-se que seja especificado qual a cobertura geográfica a qual o estudo se propõe.	Pendente	Foi inserido no item A. Objetivo que esse estudo é válido para o Brasil para o ano Base de 2013	Atende
5.2.3 Escopo do estudo				
5.2.3.1 Considerações gerais	Vide itens 5.2.3.2 a 5.2.3.7.	Pendente	Atende	Atende

5.2.3.3 Fronteira do sistema

5.2.3.4 Metodologia da AICV e tipos de Impactos

5.2.3.5 Tipos e fontes de dados

5.2.3.2 Função e unidade funcional

5.2.3.7 Comparações entre sistemas	Esclarecer quais as premissas utilizadas para a seleção dos processos do Ecoinvent apresentados no Anexo 3, de forma a entendermos as fronteiras consideradas.	Pendente		Não atende / Pendente)
5.3 Análise do inventário do Ciclo de Vida (ICV)	Esclarecer no relatório por que os insumos para fabricação dos copos de vidros e cerâmicas apresentados nos fluxogramas, não aparecem no ICV do sistema de produto do Anexo 2.		Foi inserido no item A. Objetivo que esse estudo é válido para o Brasil para o ano Base de 2013	Atende
5.3.1 Considerações gerais	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item "AVALIAÇÃO DE IMPACTO DO CICLO DE VIDA" - linhas 318 a 402. Vide item 5.3.2.2.			
5.3.2 Coleta de dados	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item "INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA" - Item B. ESCOPO, linhas 216 a 270, 248 a 304 e Anexo 1: Matriz pedigree e incerteza base De acordo com este item do procedimento "quando se pretende utilizar um estudo em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente, Os requisitos de qualidade dos dados mencionados acima devem ser atendidos." Os critérios de qualidade que devem ser atendidos são: cobertura temporal, cobertura geográfica, cobertura tecnológica, precisão, completeza, representatividade, consistência, reprodutibilidade e fontes dos dados. Esclarecer no relatório como estão sendo atendidos os critérios de qualidade exigidos.	Atende	1. Os sistemas de produtos foram revisados e um texto foi inserido para explicar a conexão dos processos com a base de dados ecoinvent. Os anexos 2 e 3 também sofreram revisão para facilitar o entendimento de cada processo elementar apresentado no sistema do produto. 2. Os critérios de corte para o processo de produção do prepreno nas UNIBs não foi identificado, entretanto uma nota foi inserida abaixo da tabela para dar transparência a essa informação. 3. Os processos selecionados no ecoinvent estão descritos no anexo 3 com clareza suficiente para permitir que outro executante reproduza o tudo. Para os processos mais críticos uma justificativa foi inserida. 4. O anexo 2 foi revisado de modo a deixar claro quais os processos foram conectados a base de dados. 5. Foi inserido no item de hipótese com justificativa.	Atende
5.3.3 Procedimentos de cálculo	De acordo com este item do procedimento "convém que dados de locais de produção específicos ou médias representativas sejam usados para aqueles processos elementares que contribuem com a maioria dos fluxos de massa e energia nos sistemas em estudo, como determinado pela análise de sensibilidade executada conforme 2.3.4". No entanto, os dados do processo de Lavagem, o qual se apresentou como mais representativo nos sistemas de produtos estudados, foram coletados em literatura, não atendendo assim ao ponto referido no procedimento.	Pendente		
5.3.3.1 Considerações gerais	Recomenda-se incluir as fontes de referência em todos os quadros apresentados no Anexo 1.			Atende
5.3.3.2 Validação dos dados	De acordo com este item do procedimento "sistemas devem ser comparados usando a mesma unidade funcional e considerações metodológicas equivalentes, tais como desempenho, fronteira do sistema, qualidade dos dados, procedimentos de alocação, regras para decisões quanto a avaliação de entradas e saídas e avaliação de impacto". Entende-se que não estão sendo utilizados os mesmos critérios de qualidade dos dados para todos os sistemas comparados, uma vez que os dados do Copo PP descartável tem um nível de qualidade maior que os demais sistemas de produto comparados no estudo, em especial o vidro e a cerâmica.	Pendente	As análises de qualidade dos dados e sensibilidade cobriram as incertezas decorrentes das diferenças tecnológicas e temporais. Os anexos 5 e 6 demonstram que os dados classificados como de média e baixa qualidade não influenciam os resultados do estudo de forma significativa. No caso da lavagem por outro lado, dados de melhor qualidade apontam para um maior impacto do	Atende
5.3.3.3 Correlação de dados a processos elementares e a unidade funcional				
5.3.3.4 Refinamento da fronteira do sistema	Com base na informação fornecida no RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) não é possível avaliar se as etapas apresentadas na Figura 1 da norma foram seguidas. Recomendase que seja esclarecido para o leitor qual foi o procedimento adotado para a análise do inventário. De acordo			Atende
5.3.4 Alocação	com este item do procedimento "quando dados forem coletados de fontes disponíveis ao público, tais fontes devem ser referenciadas. O processo de coleta, a época em que foram coletados e informações adicionais sobre os respectivos indicadores de qualidade devem ser detalhados para aqueles dados que podem ser significativos para as conclusões do estudo. Caso tais dados não atendam aos requisitos de qualidade, tal fato deve ser relatado." Considerando as exigências do procedimento informar as fontes de referência e a época em que os dados foram coletados para todos os dados apresentados no Anexo 2, em especial, mas não limitado à: a) Cenário de Tratamento - Reciclagem de Copo de PP, Copo de Vidro e Copo de PP Reutilizável (Tabela 7, 12 e 15- Anexo 2); b) Processo do Copo Cerâmica, Copo de Vidro e Copo Reutilizável de PP (Tabela 8, 10 e 13 - Anexo 2); e c) Processo de lavagem manual e mecânica (Tabela 16 e 17 - Anexo 2).	Pendente	processo de lavagem, optou-se por manter os dados da OVAM 2006 por se tratar de cenário mais conservador para o copo de PP descartável. Foi inserido na análise de sensibilidade afirmações de que variações na distância padrão e distância para reciclagem não influencia o resultado do estudo. A empresa alvo da coleta de dados para produção de copos é líder de mercado nesse seguimento.	
5.3.4.1 Considerações gerais	Incluir os resíduos de processo reciclados no ICV (Anexo 2) para os processos pertinentes.			Atende
5.3.4.2 Procedimento de alocação	Para melhor entendimento do leitor quanto ao objetivo e escopo do estudo, recomenda-se que seja especificado qual a cobertura geográfica a qual o estudo se propõe.			
RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item B. ESCOPO - linhas 87 a 104.	Não foi possível avaliar este item, uma vez que "os cálculos foram executados com SimaPro® 7.3, software líder em ACV. Nenhuma normalização de dados foi completada para que se evitassem comparações de impacto entre as categorias" (RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA - linhas 406 a 408). Com base na informação fornecida no RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) não foi possível avaliar se este item foi atendido. Esclarecer se e como foi realizada a validação dos dados.	N/A	Conforme item análise do ciclo de vida pág 15. Nome do item modificado para harmonizar com a	Atende norma.
Revisar os fluxos apresentados nas páginas 9 a 11 e a descrição dos produtos estudados da página 7 e 8 e/ou incluir uma descrição mais detalhada dos 4 sistemas de produto deste estudo, de forma a detalhar ao leitor os sistemas elementares considerados, os transportes, insumos, saídas, etc, para que o leitor possa compreender a fronteira dos sistemas e entender melhor os conteúdos do Anexo 2 e 3	software líder em ACV. Nenhuma normalização de dados foi completada para que se evitassem comparações de impacto entre as categorias" (RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA - linhas 406 a 408). De acordo com este item do procedimento "convém que o calculo resulte em que todos os dados de entrada e de saída do sistema estejam referenciados a unidade funcional", no entanto apresentados nas figuras no item RESULTADOS não estão referenciados à unidade funcional.	Pendente	O vetor pedigree apresenta o escopo temporal de cada dado em relação ao ano base do estudo. Os resíduos para reciclagem foram inseridos de forma agrupada para simplificar tabela de dados. Uma vez que para esses resíduos é utilizada a abordagem cut-off esse agrupamento não prejudica a reprodutibilidade do estudo. As referências também foram inseridas.	Atende
(Segundo a ISO14044 – "Convém que o sistema seja descrito com nível de detalhamento e clareza suficientes para permitir que outro executante reproduza a análise de inventário")	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item PROCEDIMENTO DE ALOCAÇÃO - linhas 135 a 155.	Pendente		
Esclarecer quais os critérios de corte (massa, energia e significância) foram utilizados para definir as entradas e saídas consideradas no inventário (ICV) apresentado no Anexo 2. Justificar por que outros insumos, como por exemplo os aditivos, não foram considerados. Esclarecer também se foram realizadas análises de sensibilidade para a definição dos cortes.	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item PROCEDIMENTO DE ALOCAÇÃO - linhas 135 a 155.	Atende		
	As tabelas do Anexo 2 apresentam a alocação mássica utilizada no Processo de Craqueamento da UNIB 4 e UNIB BA, no entanto não apresenta a alocação realizada para a produção dos copos de PP, conforme informado na linha 138 e 139.	Pendente	Sim atende, os calculos foram executados no software SimaPro® 7.3, software mais utilizado em todo o mundo e aceito pela comunidade científica	
			Foi inserido um item "validação dos dados"	Atende
			Sim atende, os calculos foram executados no software SimaPro® 7.3, software mais utilizado em todo o mundo e aceito pela comunidade científica	
			Todos os calculos foram feitos em relação à unidade	

N/A funcional	esse ponto	Atende	Tabela revisada para harmonizar com modelo de	apresentação das demais tabelas com alocação	ende
Foi inserido texto nas conclusões para esclarecer	-	Atende		A t	

5. Atendimento aos requisitos e princípios definidos no PROCEDIMENTOS PARA GAP ANALYSIS DE ESTUDOS DE ACV	Comentários KPMG	Conclusão KPMG 21/02/2014 (Atende / Não atende / Pendente)	Resposta Braskem	Conclusão KPMG 24/03/2014 (Atende / Não atende / Pendente)
5.3.4.3 Procedimentos de alocação para reuso e reciclagem	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item PROCEDIMENTO DE ALOCAÇÃO - linhas 140 a 155.  Esclarecer os seguintes itens no relatório: - Como foi aplicada abordagem de limite (cut-off) para alocação de resíduos recicláveis de processo; - Para quais resíduos foram aplicados cada um dos procedimentos de alocação descrito.	Pendente	Para os resíduos de processo destinados a reciclagem foi utilizada a abordagem cut-off. Nas tabelas no anexo 2 foi inserido a expressão cut-off para os dados no qual essa abordagem foi utilizada	Atende
5.4 Avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV)				
5.4.1 Considerações gerais	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item AVALIAÇÃO DE IMPACTO DO CICLO DE VIDA - linhas 317 a 408  Esclarecer se foram consideradas no AICV as possíveis omissões e fontes de incertezas, conforme indicado neste item do procedimento.	Pendente	Como descrito no item Análise de Incerteza. As incertezas decorrentes do AICV ainda não é um consenso e nenhum método foi desenvolvido para avaliá-las	Atende
5.4.2 Elementos obrigatórios da AICV				
5.4.2.1 Considerações gerais	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL - linhas 318 a 408 e Anexo 3.  Revisar o texto de apresentação das Categorias de Impacto consideradas, de forma a não confundir as categorias do método da ACV Brasil com as categorias utilizadas no estudo. Adicionalmente, recomenda-se que para cada categoria de impacto seja apresentada as seguintes informações: identificação do(s) ponto(s) final(is) de categoria, definição do indicador de categoria para dado(s) ponto(s) final(is) de categoria, identificação dos resultados apropriados do ICV que podem ser correlacionados à categoria de impacto, levando em conta o indicador de categoria escolhido e o(s) ponto(s) final(is) identificado(s) para a categoria, e identificação do modelo de caracterização.  Apresentar as correlações entre os itens do ICV com as categorias de impactos consideradas.	Pendente	O texto foi revisado de maneira a não confundir o leitor. As correlações não foram apresentadas uma vez que Os cálculos foram executados no software SimaPro® 7.3, software mais utilizado em todo o mundo e aceito pela comunidade científica.	Atende
5.4.2.2 Seleção de categorias de impacto, indicadores de categoria e modelos de caracterização.	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL - linhas 318 a 408 e Anexo 3.	Atende	-	Atende
5.4.2.3 Correlação dos resultados do ICV às categorias de impacto selecionadas (classificação)	De acordo com este item do procedimento "o método de cálculo dos resultados dos indicadores deve ser identificado e documentado, incluindo a escolha de valores e pressupostos utilizados", no entanto não foi possível avaliar este item, uma vez que "os cálculos foram executados com SimaPro® 7.3, software líder em ACV." (RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) Item AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA - linhas 406 a 408).	N/A	Os cálculos foram executados no software SimaPro® 7.3, software mais utilizado em todo o mundo e aceito pela comunidade científica	N/A
5.4.2.4 Cálculo dos resultados dos indicadores de categoria (caracterização)	De acordo com este item do procedimento "o método de cálculo dos resultados dos indicadores deve ser identificado e documentado, incluindo a escolha de valores e pressupostos utilizados", no entanto não foi possível avaliar este item, uma vez que "os cálculos foram executados com SimaPro® 7.3, software líder em ACV." (RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) Item AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA - linhas 406 a 408).	N/A	Sim atende, os cálculos foram executados no software SimaPro® 7.3, software mais utilizado em todo o mundo e aceito pela comunidade científica	N/A
5.4.2.5 Dados resultantes após a caracterização	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item RESULTADOS.	Atende	-	Atende
5.4.3 Elementos opcionais da AICV				
5.4.3.1 Considerações gerais	Não foi realizada normalização, agrupamento ou ponderação no estudo. Os resultados da análise de qualidade dos dados estão no Anexo 2, no entanto não apresenta os resultados para todos os dados do ICV (RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Anexo 2).	Pendente	Pendente. Não foi possível identificar o ponto de revisão.	Atende
5.4.3.2 Normalização	Não aplicável para o estudo. Vide item 2.3.3.1.	N/A	-	N/A
5.4.3.3 Agrupamento	Não aplicável para o estudo. Vide item 2.3.3.1.	N/A	-	N/A
5.4.3.4 Ponderação	Não aplicável para o estudo. Vide item 2.3.3.1.	N/A	-	N/A
5.4.4 Análise adicional da qualidade dos dados da AICV	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item ANÁLISE DE SENSIBILIDADE e ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA	Atende	-	Atende
5.4.5 AICV para uso em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item RESULTADOS e CONCLUSÕES e Item AVALIAÇÃO DE IMPACTO DO CICLO DE VIDA.	Atende	-	Atende
5.5 Interpretação do ciclo de vida				
5.5.1 Considerações gerais	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item RESULTADOS e CONCLUSÕES.	Atende	-	Atende
5.5.2 Identificação de questões significativas	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item RESULTADOS e CONCLUSÕES.	Atende	-	Atende
5.5.3 Avaliação				
5.5.3.1 Considerações gerais	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item RESULTADOS e CONCLUSÕES. Vide itens 2.4.3.2 e 2.4.3.4.	Atende	-	Atende
5.5.3.2 Verificação de completude	Vide Item 1 deste roteiro.	Pendente	Atende	Não foi possível concluir a avaliação de completude dos dados, uma vez que informações sobre os processos de Braskem e de fabricação dos produtos não foram disponibilizadas.
5.5.3.3 Verificação de sensibilidade	Vide Item 2 deste roteiro.	Pendente	Atende	Atende
5.5.3.4 Verificação de consistência	Vide Item 3 deste roteiro.	Pendente	Atende	Atende
5.5.4 Conclusões, limitações e recomendações	RELATÓRIO DO PROJETO ACV DE COPOS (objeto da análise) - Item CONCLUSÕES - linhas 808 a 856.	Pendente	Atende	Atende

## Roteiro de Gap Analysis - Avaliação de ciclo de Vida

Objeto da análise: RELATÓRIO DE PROJETO - Avaliação do Ciclo de Vida Comparativa entre Copos Descartáveis e Copos Reutilizáveis

**Objetivo da análise:** Avaliar as alterações realizadas no estudo em comparação ao relatório verificado em 24 de março de 2014. **Responsável:**

Paula da Silva

Revisor: Ricardo Algis Zibas

Item	Localização	Pontos identificados	Ação	Resposta ACV Brasil	Status
1	ANÁLISES DE SENSIBILIDADE E 623 ANÁLISE DE CENÁRIO Linha 636 / página 27	Nesta nova versão do relatório, foi realizada uma análise de sensibilidade de reciclagem do copo de PP, considerando 0%, 10,8%, 50% e 100%. No entanto, no relatório anterior esta análise considerou reciclagem de 0%, 10,8%, <b>20%</b> , 50%, <b>70%</b> e 100%.	Justificar por que não foi realizada análise de sensibilidade para 20 e 70%, como no estudo anterior, ou corrigir o estudo.	Visando aprimoramentos no layout do Relatório, esses dois cenários foram retirados dessa nova versão, até porque não oferecem contribuição relevante à interpretação dos resultados. As variações de 10,8% (cenário base), 50% e 100% são suficientes para demonstrar o comportamento desse cenário.	OK
2	RESULTADOS DA ACV COMPARATIVA ENTRE COPOS DESCARTÁVEIS DE PP E REUTILIZÁVEIS DE PP, VIDRO E CERÂMICA Linhas 723 a 726 / página 31	Na figura 8 (AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE O COPO DESCARTÁVEL DE PP E COPOS REUTILIZÁVEIS DE CERÂMICA, VIDRO E PP) observa-se que o copo descartável possui menor impacto ambiental potencial de Ecotoxicidade, quando comparado com o copo de vidro. No entanto o texto afirma que o copo descartável possui maior impacto ambiental nesta categoria.	Corrigir o texto considerando que em relação ao copo de vidro, o copo descartável de PP possui menor impacto ambiental.	Ok. Texto corrigido.	OK
3	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SENSIBILIDADE Linhas 768 a 773 / página 34	O texto afirma que com relação à análise de sensibilidade de distância de distribuição, há uma variação relativa significativa (Entende-se por significativa todas as diferenças relativas maiores que 10%) para a categoria ecotoxicidade. No entanto, observando as figuras 10 e 11 a categoria de ecotoxicidade não possui variação significativa.	Reavaliar as variações e corrigir o texto considerando o ponto identificado.	Ok. Texto corrigido. Realmente nenhuma variação ultrapassou o limite de 10%.	OK
4	USO INDIVIDUALIZADO DE COPOS REUTILIZÁVEIS Linhas 832 a 838 / página 37	Nesta nova versão do relatório, foi realizada uma análise de cenário para o modelo de comportamento no uso de copos reutilizáveis considerando adesão de 90%. No entanto, no relatório anterior foi considerada para análise adesão de <b>10%</b> , <b>50%</b> e 90%.	Justificar por que não foi realizada análise de adesão de 10% e 50%, como no estudo anterior, ou corrigir o estudo.	Visando aprimoramentos no layout do Relatório, esses dois cenários foram retirados dessa nova versão, até porque não oferecem contribuição relevante à interpretação dos resultados. Visto que a intenção da análise era verificar uma mudança de comportamento do resultados para um cenário onde todas as pessoas poderiam utilizar copos de forma individualizada, a variação com 90% é suficiente para demonstrar que em comparação com o cenário base a análise não apresenta variação para maioria das categorias de impacto.	OK
5	USO INDIVIDUALIZADO DE COPOS REUTILIZÁVEIS Linhas 843 a 851 / página 38	O texto afirma que com relação à análise de sensibilidade de uso individualizado de copos, há uma variação relativa significativa (Entende-se por significativa todas as diferenças relativas maiores que 10%) para a categoria de toxicidade. No entanto, observando a figura 16, esta categoria não possui variação significativa. Além disso, a análise realizada para a figura 16 precisa ser atualizada, considerando a nova figura.	Reavaliar as variações e corrigir o texto considerando a nova figura apresentada..	Ok. O texto de análise foi revisado e a variação para categoria toxicidade foi retirada.	OK

6	RESULTADOS DE ACV COMPARATIVA ENTRE COPO DESCARTÁVEL DE PP E COPOS REUTILIZÁVEIS DE CERÂMICA, VIDRO E PP (OUTRO MÉTODO DE IMPACTO) Linhas 882 a 900 / página 40	A seguinte frase foi excluída da nova versão do relatório: "Nas categorias de demanda total de energia, que não se encontram consideradas no método de AICV anteriormente utilizado, o copo descartável de PP também apresenta um maior impacto potencial."	Incluir a frase excluída na nova versão do relatório ou justificar a exclusão.	Como não estamos mais utilizando a categoria de Demanda Cumulativa de Energia nos novos estudos, optou-se por usar um método mais recente para comparação com "outro método de impacto". Justifica-se a não inclusão da categoria de Energia Primária Não-Renovável, pois assimetrias de conceitos e incertezas em inventários denigrem a assertiva de conclusões relacionadas a este tópico. De forma adicional, a abordagem de feedstock energy privilegia excessivamente a recuperação energética, em detrimento da mecânica, o que não condiz com a realidade nacional. Esta categoria passa a não ser mais abordada na sequência do estudo	OK
7	RESULTADOS DE ACV COMPARATIVA ENTRE COPO DESCARTÁVEL DE PP E COPOS REUTILIZÁVEIS DE CERÂMICA, VIDRO E PP (OUTRO MÉTODO DE IMPACTO) Linhas 903 / página 41	A nova versão do relatório não apresenta a comparação com as seguintes categorias de impacto: - Demanda total de energia não-renovável - Demanda total de energia - Toxicidade humana, respiração de inorgânicos	Incluir comparação para estas categorias de impacto ou justificar.	Como não estamos mais utilizando a categoria de Demanda Cumulativa de Energia nos novos estudos, optou-se por usar um método mais recente para comparação com "outro método de impacto". Justifica-se a não inclusão da categoria Energia Primária Não-Renovável, pois assimetrias de conceitos e incertezas em inventários denigrem a assertiva de conclusões relacionadas a este tópico. De forma adicional, a abordagem de feedstock energy privilegia excessivamente a recuperação energética, em detrimento da mecânica, o que não condiz com a realidade nacional. Esta categoria passa a não ser mais abordada na sequência do estudo. Nesse novo método a categoria respiração de inorgânicos é substituída por inorgânicos inaláveis, com as mesmas características.	OK
8	ANEXO A – APRESENTAÇÃO DE MÉTODO RECOMENDADO Linhas 1114 a 1170 / página 48 e 49	A nova versão do relatório não apresenta a lista das categorias de impacto do método alternativo (método ACV Brasil) e suas respectivas descrições, como no relatório anterior.	Incluir a lista das categorias de impacto do método alternativo (método ACV Brasil) e suas respectivas descrições, como no relatório anterior.	Ok, incluída a lista de categorias.	OK
9	ANEXO B – MATRIZ DE PEDIGREE Página 50	O item 5 do indicador de confiança apresenta descrição incorreta, com relação à matriz apresentada no relatório anterior.	Corrigir para "estimativa não qualificada".	Ok, texto corrigido.	OK
10	ANEXO C – DESCRITIVO DE DADOS UTILIZADOS TABELA 3. DADOS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PROPENO NA UNIB 4	A tabela não apresenta a seguinte nota de rodapé: * Todos os dados da tabela acima foram obtidos por meio de questionário aplicado Braskem em 2012. Nenhuma informação sobre critério de corte foi repassada no questionário. É possível perceber, entretanto, que alguns aditivos estão ausentes no inventário. Ressalta-se, por outro lado, que esses aditivos têm representação mássica muito inferior às demais entradas de materiais.	Incluir nota de rodapé na Tabela 3	Ok, texto corrigido.	OK
11	ANEXO C – DESCRITIVO DE DADOS UTILIZADOS TABELA 6. DADOS DO PROCESSO DE EXTRUSÃO E TERMOFORMAGEM PARA PRODUÇÃO DE COPO DE PP	Os seguintes dados foram alterados, em relação à versão anterior: - Água - Energia - Masterbach - Transporte de matéria-prima - Saída de produtos - Efluentes e resíduos	Justificar as alterações realizadas. Em especial justificar por que neste estudo não está sendo considerado outros produtos plásticos, conforme relatório anterior, mas apenas copos de PP de 200 ml.	Após revisão interna a Copobras reportou uma errata sobre os dados repassados para o consumo de água. Percebeu-se também que os demais dados precisavam de atualização. Neste contexto a Copobras repassou um novo formulário de dados preenchido. Nesse novo formulário a Copobras já aloca as entradas e saídas apenas para copos de 200ml.	OK
12	D. COPO REUTILIZÁVEL DE VIDRO Linha 79 / 58	O título encontra-se incorreto.	Corrigir para "Copo Reutilizável de PP"	Ok, texto corrigido.	OK