

# Inventário de Ciclo de Vida de óleos lubrificantes usados ou contaminados na Região Sul do Brasil

Inventario de Ciclo de Vida de aceites lubricantes usados o contaminados en la Región Sur de Brasil

Life Cycle Inventory of used or contaminated lubricant oils in southern Brazil

---

Submetido em 05 de maio 2018  
Aceito em 08 de abril 2019  
Disponível em 22 de maio 2019

**Malaquias Zildo António Tsambe\***  
**Cássio Florisbal de Almeida \*\***  
**Cássia Maria Lie Ugaya\*\*\***  
**Luiz Fernando de Abreu Cybis\*\***

---

\*UPM – Universidade Pedagógica de Moçambique, Faculdade de Ciências Naturais e Matemática, Departamento de Química  
[m.tsambe@gmail.com](mailto:m.tsambe@gmail.com)

\*\*UFRGS – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

\*\*\*UTFPR – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais

## Resumo

*Atualmente, o Brasil é considerado o sexto maior consumidor mundial de óleos lubrificantes, por consequência, o sexto maior produtor de Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado (OLUC), com produção anual de cerca de um bilhão de litros. O OLUC é considerado um resíduo perigoso pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e isso coloca vários desafios ao seu sistema de gerenciamento. A ausência de um inventário do ciclo de vida do OLUC é o principal problema de desenvolvimento de estudos de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) de OLUC no Brasil. Assim, constitui o objetivo principal deste estudo a identificação, qualificação e quantificação dos indicadores ambientais, econômicos e sociais deste ciclo. A metodologia consiste basicamente na análise de laudos laboratoriais para obtenção de dados ambientais, análise de relatórios financeiros, entrevistas e observação das diferentes etapas do ciclo para obtenção de dados econômicos e sociais. Em função dos modelos de gerenciamento do OLUC observados no Brasil, definiram-se dois cenários: o TTR que inclui as etapas de geração, transporte com transbordo e rerrefino, e o TsTR, que exclui o transbordo. Os resultados mostraram diferenças para as dimensões ambientais, econômicas e sociais quando os dois cenários são comparados.*

*O estudo possibilitou obter os fluxos de massa e energia, o balanço econômico do processo e as contribuições para o bem-estar social dos trabalhadores neste ciclo de vida. O presente trabalho apresenta o inventário ambiental, econômico e social do ciclo de vida do OLUC.*

**Palavras-chave:** *Inventário de Ciclo de Vida (ICV). Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado (OLUC).*

## Resumen

*Brasil es actualmente considerado el sexto mayor consumidor mundial de aceites lubricantes, por consiguiente, el sexto mayor productor de Aceite Lubrificante Usado o Contaminado (OLUC), con una producción anual de cerca de mil millones de litros. El OLUC es considerado un residuo peligroso por la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS), esto plantea varios desafíos a su sistema de gestión. La ausencia de un inventario del ciclo de vida del OLUC, es el principal problema de desarrollo de estudios de Evaluación de Ciclo de Vida (ACV) de OLUC en Brasil. Así, constituye el objetivo principal de este estudio la identificación, calificación y cuantificación de los indicadores ambientales, económicos y sociales de este ciclo. La metodología se constituye básicamente por el análisis de laudos de laboratorio, para la obtención de datos ambientales, análisis de informes financieros, entrevistas y observación de las diferentes etapas del ciclo para la obtención de datos económicos y sociales. En función de los modelos de gestión del OLUC observados en Brasil, se definieron dos escenarios, el TTR que incluye las etapas de generación, transporte con transbordo y rerrefino y, el TsTR que excluye el transbordo. Los resultados mostraron diferencias para las dimensiones ambientales, económicas y sociales cuando se comparan los dos escenarios. El estudio posibilitó obtener los flujos de masa y energía, el balance económico del proceso y las contribuciones para el bienestar social de los trabajadores en este ciclo de vida. De esta forma el presente trabajo presenta el inventario ambiental, económico y social del ciclo de vida del OLUC.*

**Palabras clave:** *Inventario de Ciclo de Vida (ICV). Aceite Lubrificante Usado o Contaminado (OLUC).*

## Abstract

*Brazil is, currently, considered the sixth largest consumer of lubricating oils in the world, consequently, the sixth largest producer of Used or Contaminated Lubricating Oil (OLUC), with an annual production of around one billion liters. OLUC is considered a hazardous waste by the National Solid Waste Policy (PNRS), which poses several challenges to its*

*management system. The absence of an OLUC life cycle inventory is the main problem in the development of OLUC life cycle assessment (LCA) studies in Brazil. Thus, the main objective of this study is the identification, qualification and quantification of the environmental, economic and social indicators of this cycle. The methodology is basically based on laboratory reports, for obtaining environmental data, analysis of financial reports, interviews and observation of the different stages to obtain economic and social data. According to the OLUC management models observed in Brazil, two scenarios were defined, the TTR that includes the generation, transshipment and re-routing phases, and the TsTR that excludes the transshipment. The results showed differences for the environmental, economic and social dimensions when the two scenarios are compared. The study made it possible to obtain the mass and energy flows, the economic balance of the process and the contributions to the social well-being of the workers in this life cycle. In this way the present work presents the environmental, economic and social inventory of the OLUC life cycle.*

**Key words:** Life Cycle Inventory (LCI). Used or Contaminated Lubricating Oil (OLUC).

## **1. Introdução**

A revolução industrial é caracterizada pelo surgimento de diversos equipamentos motorizados e automotivos que se transformaram em protagonistas das sociedades desenvolvidas (GIUCCI, 2004). Esses equipamentos têm algo em comum, a necessidade de lubrificantes para seu perfeito funcionamento. De acordo com Mang & Gosalia (2017), entre o ano de 2007 e 2015, o consumo de óleos lubrificantes no mundo teve variações significativas. Nesse período o consumo médio anual de óleo lubrificante, no mundo, chegou a cerca de 35 milhões de toneladas (cerca de 56% em veículos automotivos, cerca de 26% pelos processos industriais mecanizados e os restantes 18% em diversos outros equipamentos automotivos), sendo por consequência gerados cerca de 29 milhões de toneladas de OLUC (MANG; GASALIA, 2017). Estudos da Canadian Petroleum Products Institute (CPPI) referem que as principais fontes geradoras do OLUC são as grandes indústrias e os pequenos produtores (as oficinas urbanas de troca de óleos lubrificantes), são responsáveis por cerca de 80% do OLUC produzido.

Em 2014, o Brasil tornou-se o sexto maior consumidor mundial de óleos lubrificantes, sendo responsável pelo consumo de aproximadamente 1,5 bilhão de litros de óleo lubrificante por ano e sendo conseqüentemente o sexto maior produtor de OLUC. Assim, o OLUC gerado deve ser coletado e posteriormente destinado de forma ambientalmente segura (SINDIRREFINO, 2014). De acordo com essa entidade sindical, que congrega a maioria das rerrefinadoras, o Sindirrefino, o serviço de coleta do OLUC abrange a maioria dos municípios brasileiros, existindo atualmente cerca de 50 centros de coleta distribuídos pelas diferentes regiões do Brasil, como mostra a tabela 1.

**Tabela 1: Percentuais de coleta de OLUC nas diferentes regiões do Brasil**

Região	Centro de coleta	Coleta por ano (%)									
		2012	2013	2014	2015	2016					
Norte	03	26	28	30	31	32					
Nordeste	04	26	28	30	32	33					
Centro-Oeste	05	32	33	34	35	36					
Sudeste	28	42	42	42	42	42					
Sul	10	36	36	37	37	38					
		Total de coleta anual (L coletados e %)									
		Volume	%	Volume	%	Volume	%	Volume	%	Volume	%
Total	50	367.106	36,90	372.106	37,40	379.106	38,10	383.106	38,50	404.106	39,80

**Fonte: Adaptado de ANP (2017), SINDIRREFINO (2017)**

A tabela mostra a evolução na quantidade de OLUC coletado e encaminhado para o tratamento adequado. No período de 2012 a 2016 houve aumento da cobertura nacional em relação à coleta, passando de cerca de 37% (367 milhões de litros) para próximo de 40% (404 milhões de litros) em 2016, em função de produção média anual próxima de um bilhão de litros de OLUC (SINDIRREFINO, 2017). O Brasil definiu, em função do percentual em massa de óleo básico no OLUC e a necessidade de minimização da geração de resíduos, o processo de rerrefino como o principal processo de destinação deste tipo de

óleo. Assim, o rerrefino passou a ser o destino legal para o reaproveitamento do OLUC. Ele é definido pela resolução 362/05 como uma categoria de processos industriais de remoção de contaminantes, produtos de degradação e aditivos do OLUC, conferindo-lhe, características de óleo básico, conforme a legislação específica (BRASIL, 2005).

Em relação ao ciclo de vida do OLUC, nota-se a ausência de um conjunto de informações para um estudo de ACV. Isso é referido em estudos como os de Canchumani (2013), Unnasch; Waterland (2013) Griece et al. (2014). Esses autores relatam a grande limitação que se tem, na realização de estudos de ACV de OLUC, pela ausência de dados, sobretudo os primários. Esse fator limitante associado às diferentes realidades de sistemas de gerenciamentos desse resíduo, condiciona a dificuldade de realização de estudos de ACV. Outro fator relevante que condicionou a realização dessa pesquisa é a ausência de dados para se efetuar um estudo integrando outras dimensões da sustentabilidade, como a econômica e social. Para isso recorreu-se aos princípios metodológicos da pesquisa realizada por Vinyes et al. (2013), na qual discutem a possibilidade de avaliação da sustentabilidade usando categorias relacionadas às dimensões ambiental, social e econômica, perspectivando o sentido tridimensional da sustentabilidade. Assim, o presente artigo traz um inventário do ciclo de vida do OLUC, fornecendo dados primários e secundários, em relação à realidade brasileira. Este inventário servirá para avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida do OLUC, ou ainda para avaliação segregada de alguns impactos ambientais, sociais e econômicos do sistema de gerenciamento desse resíduo.

## **2. Metodologia**

O ICV teve como base os processos de gerenciamento e a tecnologia aplicada no gerenciamento do OLUC. A unidade definida para o inventário é 1 (um) kg de óleo básico obtido a partir do rerrefino do OLUC. Os processos incluídos nesse estudo são a geração (que inclui os centros de troca e transporte de

OLUC), o centro de coleta/transbordo de OLUC e produção de óleo básico (indústria de rerrefino).

O estudo efetivou-se pela agregação do conjunto de informações relacionadas à distribuição geográfica da indústria de rerrefino e dos centros de coleta/transbordo na Região Sul do Brasil. Essa região constitui-se a segunda maior em termos de capacidade de geração do OLUC. Considerado isso, fez-se o mapeamento com base em informação sobre os diferentes pontos de geração, centros de transbordo e indústria de rerrefino, disponibilizada nos sítios eletrônicos da Agência Nacional do Petróleo (ANP) e do Sindirrefino (ANP, 2017; SINDIRREFINO, 2017). A região apresenta dez centros de coleta de OLUC, uma rerrefinaria e vários locais de geração (oficinas concessionárias, indústrias e postos de combustíveis).

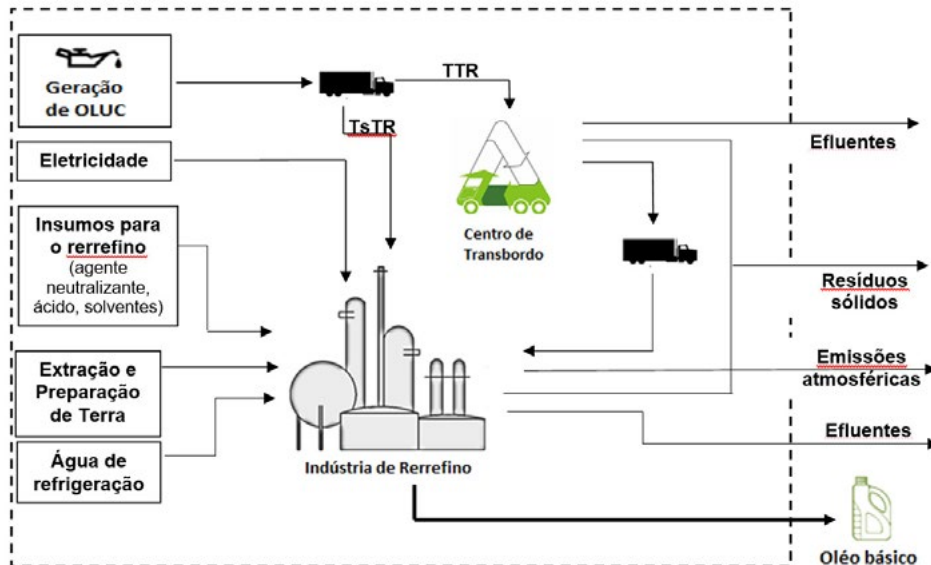
O ICV agregou uma rerrefinaria de OLUC, a única na Região Sul do Brasil que possui uma frota própria de 9 veículos coletores, dois centros de coleta (com 14 e 17 veículos coletores, respectivamente), correspondente a 20% dos centros de coletas/transbordo da Região Sul. Agregou ainda seis empresas com vários centros de geração de OLUC (oficinas automotivas, concessionárias e posto de combustíveis), correspondente a 3% das empresas geradoras de OLUC na região sul. Importante referir que a definição desses pontos para a pesquisa baseou-se principalmente na sua localização. A aparente localização desigual das rerrefinarias e dos centros de coleta é resultado da necessidade de abrangência e sua consequente distribuição por cotas para a coleta do OLUC. O sistema de cotas é estabelecido pela ANP, garantindo os pressupostos das portarias interministeriais número 464/07 e 59/12, que estabelecem a coleta de um volume mínimo de 30% do OLUC produzido em consequência do óleo lubrificante colocado no mercado pela rerrefinaria (BRASIL, 2007, 2012).

O estudo limitou-se a três etapas (geração, coleta/transbordo e rerrefino) que caracterizam o sistema de gerenciamento do OLUC. Além disso, definiram-se dois cenários de estudo para o ICV em função dos sistemas de gerenciamento do OLUC atualmente existentes. O primeiro cenário: designado no estudo

por sistema TTR (Transporte com Transbordo e Rerrefino) que incluía os processos da etapa de geração, transporte do OLUC para o centro de coleta/transbordo e posterior transporte a rerrefinaria. A geração considera a fase de entrada do OLUC para o ciclo, o transporte até os centros de coleta/transbordo, considera a fase de coleta do OLUC do local de geração ao centro de coleta/transbordo, e a fase posterior é o envio do OLUC à rerrefinaria (onde ocorre a produção do óleo básico). O segundo cenário: designado no estudo por sistema TsTR (Transporte sem Transbordo e posterior Rerrefino) é caracterizado pela exclusão dos centros de coleta/transbordo. Nesse sistema, o OLUC é transportado diretamente do local de geração para a rerrefinaria.

No sistema TTR, o centro de coleta (transbordo) funciona como o local de qualificação do OLUC, através das diversas análises físico-químicas com a finalidade de categorizá-lo. Nele ocorre o pré-tratamento do OLUC concentrando-o pela eliminação de parte da água através da decantação e definindo a qualidade para fins de rerrefino, dispensando a necessidade de fazê-lo na rerrefinaria, como ocorre no cenário TsTR. O fluxograma da figura 1 destaca os limites do sistema e os processos que constituíram o objeto de ICV.

**Figura 1: Fluxograma dos processos envolvidos no ciclo do OLUC**



Os dados referentes a geração, coleta/transbordo e processo de rerrefino são dados primários, enquanto os referentes ao transporte e eletricidade foram obtidos da base de dados.

O inventário deste ciclo de vida integrou um inventário ambiental, econômico e social. Os dados foram obtidos a partir de visitas técnicas e entrevistas realizadas nas três fases/etapas do processo de gerenciamento do OLUC - dados primários, bem como através da informação obtida junto à Fepam e ao Sindirrefino (licenças de operação e relatórios institucionais, de 2014-2016) - dados secundários. Os dados sociais e econômicos foram aplicados em entrevistas, sendo analisados os relatórios financeiros nas três etapas do ciclo. Almeida et al. (2017) sugerem uma expressão que possibilita calcular concentrações médias referentes às emissões da dimensão ambiental. A expressão 1 possibilitou obter valores médios das concentrações das substâncias através das taxas de emissões referentes à produção de 1kg de óleo básico a partir do OLUC para os dois cenários.

$$TE_{(u/h)} = EF_{(u/h)} * Q_{(kg/u)} / RV_{(kg/u)} \quad (1)$$

Onde: TE – Taxa de emissão (unidade/h); EF – fator de emissão (kg/unidade); Q – Dado da atividade (unidade/h); RV – Valor de referência (kg/unidade), sendo que a unidade pode ser tonelada-quilômetros, massa, volume ou quilowatts por horas.

Para complementar esse conjunto de dados, foram utilizados dados doecoinvent database 3.1. Os instrumentos para a coleta de dados foram aplicados entre abril de 2015 e fevereiro de 2017. Sua aplicação foi precedida de visitas técnicas, testagem e aprovação por profissionais ligados ao processo de gerenciamento do OLUC (gestores de locais de geração, de transbordo e rerrefino). Os dados foram transcritos e modelados para uma unidade comum, considerando os elementos relacionados com as dimensões definidas para o inventário.

A qualidade dos dados foi verificada em função de um conjunto de matrizes que perspectivavam determinar a consistência e completeza deles. Para a verificação da consistência e completeza dos dados usou-se a matriz de análise pedigree ou simplesmente teste multiusuário proposto por Weidema (1998) para a avaliação de dados ambientais, por Ciroth (2009) para avaliar dados econômicos, e por Haaster et al. (2013) para avaliação de dados sociais. As matrizes são metodologicamente caracterizadas por usar pontuações (numa escala ponderada de 1 a 5) para demonstrar o grau de qualidade de um dado. Nela, os dados são atribuídos valores numéricos referentes à sua consistência e completeza, onde uma pontuação de 1 significa maior qualidade traduzida por estes dados, enquanto uma pontuação de 5 (4 na dimensão social) significa uma qualidade muito baixa do referido dado.

### **3. Resultados**

Os resultados são apresentados como inputs para uma avaliação dos fluxos de massa e energia, do balanço econômico do processo e das contribuições para o bem-estar social dos trabalhadores deste ciclo de vida.

#### **3.1. Dimensão ambiental**

Os resultados da dimensão ambiental são referentes ao conjunto de dados primários da etapa de coleta/transbordo e rerrefino do OLUC, obtidos de resultados laboratoriais e de relatórios técnicos dos processos que a constituem. De forma diferente, os dados da operação de transporte do OLUC do local de geração à indústria de rerrefino foram extraídos do *ecoinvent*, tendo sido consideradas as características de um veículo equivalente ao usado na coleta do OLUC (tipo de transporte, distância média percorrida e especificações de carga). As tabelas 2 a 5 mostram o inventário ambiental de cada uma das etapas que constituem o ciclo de vida do OLUC para as seis empresas de geração, duas de coleta e uma de rerrefino.

Os fluxos mássicos e energéticos referentes à etapa de geração deste ciclo de vida foram desconsiderados, uma vez que, em função dos limites do sistema, essa etapa refere-se apenas à entrada do OLuc no ciclo, sendo considerado o único fluxo de referência nessa etapa. Assim, as possíveis emissões não foram consideradas.

A dimensão ambiental é caracterizada por ser constituída, em cada cenário, por duas etapas equivalentes, porém distintas. O cenário TTR é constituído por uma etapa que engloba as fases de geração, transporte e coleta com transbordo e a segunda referente ao processo de rerrefino. Já o cenário TsTR é constituído por uma etapa que engloba a geração coleta e transporte sem transbordo, e a segunda refere-se ao processo de rerrefino.

**Tabela 2: Fluxos mássicos e energéticos de entradas e saídas para a etapa geração e coleta do cenário TsTR**

Substâncias/ Bem	Nome equivalente no ecoinvent	Unidade	Descrição/ Comparti- mento	Fluxo (Entrada/ Saída)	Quant. média	Mínimo	Máximo	Desvio	Pedigree
OLUC		kg	Tecnosfera	Entrada	1,50				(2, 1, 1, 1, 1)
Água	Water	m <sup>3</sup>	Biosfera	Entrada	7,21E-02	7,00E-02	7,41E-02	2,90E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Transporte	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {GLO} market for   Alloc Def, U	tkm	Tecnosfera	Entrada	9,44E-01	9,24E-01	9,64E-01	2,83E-02	(2, 1, 1, 2, 1)
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Carbon dioxide	kg	Ar	Saída	6,68E-01	–	–	–	(3, 2, 1, 3, 2)
Monóxido de Carbono (CO)	Carbon monoxide	kg	Ar	Saída	9,70E-02	–	–	–	(3, 2, 1, 3, 2)
Óxidos de Nitrogênio (NO <sub>x</sub> )	Nitrogen oxides	kg	Ar	Saída	1,08E-01	8,80E-02	1,26E-01	2,69E-02	(3, 2, 1, 2, 2)
Perdas de OLuc		kg	Água	Saída	0,1	0,2	0	1,41E-01	(3, 2, 1, 2, 2)
OLUC		kg	Água	Saída	1,40	1,30E+00	1,50E+00	1,41E-01	(2, 1, 1, 1, 1)

**Tabela 3: Fluxos mássicos e energéticos de entradas e saídas para a etapa geração e coleta do cenário TTR**

Substâncias/ Bem	Nome equivalente no ecoinvent	Unidade	Descrição/ Comparti- mento	Fluxo (Entrada/ Saída)	Quant. média	Mínimo	Máximo	Desvio	Pedigree
OLUC		kg	Tecnosfera	Entrada	1,50	–	–	–	(2, 1, 1, 1, 1)
Água	Water	m <sup>3</sup>	Biosfera		7,21E-02	7,00E-02	7,41E-02	2,90E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Transporte	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {GLO} market for   Alloc Def, U	tkm	Tecnosfera	Entrada	1,18E+00	9,47E-01	1,26E+00	2,24E-01	(2, 1, 1, 2, 1)
Água	Wastewater from vegetable oil refinery {GLO} market for   Alloc Def, U	m <sup>3</sup>	Água	Saída	8,90E-05	7,80E-05	1,09E-04	2,19E-05	(2, 1, 1, 3, 2)
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	VOC, volatile organic compounds	kg	Ar	Saída	1,73E-03	1,68E-03	1,87E-03	1,34E-04	(2, 2, 1, 2, 2)
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Carbon dioxide	kg	Ar	Saída	8,86E-01	–	–	–	(3, 2, 1, 2, 2)
DBO	BOD5, Biological Oxygen Demand	kg	Água	Saída	3,25E-03	3,05E-03	3,45E-03	2,83E-04	(2, 3, 1, 2, 2)
DQO	COD, Chemical Oxygen Demand	kg	Água	Saída	7,03E-03	6,32E-03	7,82E-03	1,06E-03	(2, 3, 1, 2, 2)
Monóxido de Carbono (CO)	Carbon monoxide	kg	Ar	Saída	9,70E-02	–	–	–	(3, 2, 1, 2, 2)
Óxidos de Nitrogênio (NO <sub>x</sub> )	Carbon dioxide	kg	Ar	Saída	9,08E-02	8,80E-02	1,26E-01	2,69E-02	(2, 2, 1, 2, 2)
Óleos e Graxas	Oils, unspecified	kg	Água	Saída	1,50E-03	1,00E-03	2,50E-03	1,06E-03	(2, 3, 1, 2, 2)
Sólidos Suspensos Totais	Suspended solids, unspecified	kg	Água	Saída	1,81E-02	1,65E-02	2,10E-02	3,18E-03	(2, 3, 1, 2, 2)
Perdas de OLUC		kg	Tecnosfera	Saída	8,00E-02	–	–	–	(3, 2, 1, 2, 2)
OLUC		kg	Tecnosfera	Saída	1,30	1,20E+00	1,40E+00	1,41E-01	(2, 1, 1, 1, 1)

**Tabela 4: Fluxos mássicos e energéticos de entradas e saídas da etapa de Rerrefino do cenário TsTR**

Substâncias/ Bem	Nome equivalente no ecoinvent	Unidade	Descrição/ Comparti- mento	Fluxo (Entrada/ Saída)	Quant. média	Mínimo	Máximo	Desvio	Pedigree
OLUC		kg	Tecnosfera	Entrada	1,40E+00	1,20E+0	1,47E+0	1,89E-01	(2, 1, 1, 1, 1)
Ácido sulfúrico (98%)	Sulfuric acid {GLO} market for   Alloc Def, U	kg	Tecnosfera	Entrada	4,97E-02	4,74E-02	5,19E-02	3,20E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Água	Tap water	kg	Biosfera	Entrada	6,49E+00	5,73E+0	7,26E+0	1,09E+00	(2, 1, 1, 1, 1)
Terra fleur (argila)	Expanded clay {GLO} market for   Alloc Def, U	kg	Tecnosfera	Entrada	1,39E-01	1,09E-01	1,69E-01	4,22E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Energia Elétrica	Electricity, low voltage {BR} market for   Alloc Def, U	kWh	Tecnosfera	Entrada	1,40E+02	1,39E+02	1,41E+02	1,50E+00	(2, 1, 1, 1, 1)
Hidróxido de Potássio	Potassium hydroxide {RoW} production   Alloc Def, U	kg	Tecnosfera	Entrada	2,19E-02	2,17E-02	2,21E-02	3,33E-04	(2, 1, 1, 1, 1)
Propano	Propane {GLO} market for   Alloc Def, U	kg	Tecnosfera	Entrada	6,89E-02	5,34E-02	8,45E-02	2,20E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Hidróxido de Sódio	Neutralising agent, sodium hydroxide-equivalent {GLO} market for   Alloc Def, U	kg	Tecnosfera	Entrada	2,29E-02	2,27E-02	2,31E-02	2,94E-04	(2, 1, 1, 1, 1)
Água	Water/m <sup>3</sup>	L	Ar	Saída	3,18E+00	3,09E+00	3,27E+00	1,29E-01	(2, 1, 1, 1, 1)
Água	Wastewater from vegetable oil refinery {GLO} market for   Alloc Def, U	L	Água	Saída	2,61E+00	2,38E+00	2,84E+00	3,22E-01	(2, 1, 1, 1, 1)
Amônia	Ammonia	L	Água	Saída	6,30E-02	3,80E-02	8,87E-02	3,58E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Sílica oleosa	Silicon dioxide	kg	Água	Saída	2,01E-01	1,79E-01	2,24E-01	3,19E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Asfalto resíduo	Asphalt waste	kg	Tecnosfera	Saída	2,78E-01	2,53E-01	3,04E-01	3,60E-02	(2, 1, 1, 1, 1)

**(Continua)**

**Tabela 4: conclusão**

Benzeno	Benzene	kg	Ar	Saída	1,90E-02	1,72E-03	3,64E-02	2,45E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Nafta	Naphtha	kg	Ar	Saída	4,95E-02	4,62E-02	5,30E-02	4,86E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Bifenilos policlorados (PCB's)	Polychlorinated biphenyls	kg	Água	Saída	9,59E-03	8,45E-03	1,07E-02	1,61E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Sulfatos	Sulfate	kg	Água	Saída	2,87E-02	2,52E-02	3,22E-02	4,99E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	VOC, volatile organic compounds as C	kg	Ar	Saída	1,03E-01	7,99E-02	1,26E-01	3,26E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
DBO (20°C)	BOD5, Biological Oxygen Demand	kg	Água	Saída	2,91E-02	2,75E-02	3,08E-02	2,30E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Carbon dioxide	kg	Ar	Saída	1,98E-02	1,56E-02	2,05E-02	3,44E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
DQO	COD, Chemical Oxygen Demand	kg	Água	Saída	7,94E-02	7,02E-02	8,85E-02	1,29E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Fosfatos	Phosphate	kg	Água	Saída	2,98E-01	2,73E-01	3,31E-01	4,10E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Material Particulado	Particulates, unspecified	kg	Ar	Saída	7,67E-02	4,74E-02	1,06E-01	4,15E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Metais de desgaste de Motor	Metals (unspecified)	kg	Água	Saída	4,80E-03	3,71E-03	5,88E-03	1,54E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Óleos e Graxas	Oils, unspecified	kg	Água	Saída	2,44E-02	1,54E-02	3,35E-02	1,28E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Óxidos de Enxofre (SO <sub>x</sub> )	Sulfur oxides	kg	Ar	Saída	3,00E-02	1,27E-02	4,96E-02	2,61E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Óxido de Nitrogênio (NO <sub>x</sub> )	Nitrogen oxides	kg	Ar	Saída	4,69E-02	3,11E-02	6,28E-02	2,24E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Propano	Propane {GLO} market for   Alloc Def, U	kg	Tecnosfera	Saída	5,56E-02	5,43E-02	5,70E-02	1,92E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Sólidos Suspensos	Suspended solids, unspecified	kg	Água	Saída	5,43E-02	5,16E-02	5,70E-02	3,84E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Óleo básico		kg	Tecnosfera	Saída	1,00E+00	1,06E+00	1,12E+00	4,86E-02	(2, 1, 1, 1, 1)

**Tabela 5: Fluxos mássicos e energéticos de entradas e saídas da etapa de Refrefino do cenário TTR**

Substâncias/ Bem	Nome equivalente noecoinvent	Unidade	Descrição/ Comparti- mento	Fluxo (Entrada/ Saída)	Quant. média	Mínimo	Máximo	Desvio	Pedigree
OLUC		kg	Tecnosfera	Entrada	1,30E+00	1,11E+00	1,36E+00	1,75E-01	(2, 1, 1, 1, 1)
Ácido sulfúrico (98%)	Sulfuric acid {GLO}  market for   Alloc Def, U	kg	Tecnosfera	Entrada	4,67E-02	4,40E-02	4,99E-02	4,16E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Água	Tap water	kg	Biosfera	Entrada	6,06E+00	5,32E+00	6,74E+00	1,01E+00	(2, 1, 1, 1, 1)
Terra fleur (argila)	Expanded clay {GLO}  market for   Alloc Def, U	kg	Tecnosfera	Entrada	1,57E-01	1,35E-01	1,72E-01	2,60E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Energia Elétrica	Electricity, low voltage {BR}  market for   Alloc Def, U	kWh	Tecnosfera	Entrada	1,30E+02	1,29E+02	1,31E+02	1,40E+00	(2, 1, 1, 1, 1)
Hidróxido de Potássio	Potassium hydroxide {GLO}  market for   Alloc Def, U	kg	Tecnosfera	Entrada	2,04E-02	2,01E-02	2,06E-02	3,09E-04	(2, 1, 1, 1, 1)
Propano	Propane {GLO}  market for   Alloc Def, U	kg	Tecnosfera	Entrada	5,67E-02	4,96E-02	7,85E-02	2,04E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Hidróxido de Sódio	Neutralising agent, sodium hydroxide- equivalent {GLO}  market for   Alloc Def, U	kg	Tecnosfera	Entrada	2,12E-02	2,10E-02	2,14E-02	2,73E-04	(2, 1, 1, 1, 1)
Água	Water/m³	L	Ar	Saída	2,93E+00	2,87E+00	3,04E+00	1,20E-01	(2, 1, 1, 1, 1)
Água	Wastewater from vegetable oil refinery {GLO}  market for   Alloc Def, U	L	Água	Saída	2,40E+00	2,21E+00	2,63E+00	2,99E-01	(2, 1, 1, 1, 1)
Amônia	Ammonia	L	Água	Saída	5,38E-02	3,53E-02	8,24E-02	3,33E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Sílica oleosa	Silicon dioxide	kg	Água	Saída	1,78E-01	1,66E-01	2,08E-01	2,96E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Asfalto resíduo	Asphalt waste	kg	Tecnosfera	Saída	2,56E-01	2,35E-01	2,82E-01	3,34E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Benzeno	Benzene	kg	Ar	Saída	1,74E-02	1,60E-03	3,38E-02	2,28E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Nafta	Naphtha	kg	Ar	Saída	4,70E-02	4,29E-02	4,92E-02	4,52E-03	(2, 1, 1, 1, 1)

**(Continua)**

**Tabela 5: conclusão**

Bifenilos policlorados (PCB's)	Polychlorinated biphenyls	kg	Água	Saída	1,07E-02	7,85E-03	1,16E-02	2,69E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Sulfatos	Sulfate	kg	Água	Saída	2,64E-02	2,34E-02	2,99E-02	4,63E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	VOC, volatile organic compounds as C	kg	Ar	Saída	9,68E-02	7,42E-02	1,17E-01	3,02E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
DBO (20°C)	BOD5, Biological Oxygen Demand	kg	Água	Saída	2,37E-02	2,22E-02	2,57E-02	2,50E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Carbon dioxide	kg	Ar	Saída	1,82E-02	1,45E-02	1,90E-02	3,20E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
DQO	COD, Chemical Oxygen Demand	kg	Água	Saída	7,13E-02	6,52E-02	8,22E-02	1,20E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Fosfatos	Phosphate	kg	Água	Saída	2,76E-01	2,54E-01	2,99E-01	3,21E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Material Particulado (MP)	Particulates, unspecified	kg	Ar	Saída	6,15E-02	4,40E-02	8,17E-02	2,66E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Metais de desgaste de Motor	Metals, unspecified	kg	Água	Saída	4,86E-03	2,03E-02	5,59E-02	2,52E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Óleos e Graxas	Oils, unspecified	kg	Água	Saída	4,88E-02	1,43E-02	3,11E-02	1,19E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Óxidos de Enxofre (SO <sub>x</sub> )	Sulfur oxides	kg	Ar	Saída	2,89E-02	1,51E-02	3,77E-02	1,59E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Óxidos de Nitrogênio (NO <sub>x</sub> )	Nitrogen oxides	kg	Ar	Saída	4,33E-02	2,89E-02	5,83E-02	2,08E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Propano	Propane (GLO) market for   Alloc Def, U	kg	Tecnosfera	Saída	5,49E-02	5,26E-02	5,63E-02	2,61E-03	(2, 1, 1, 1, 1)
Sólidos Suspensos	Suspended solids, unspecified	kg	Água	Saída	6,72E-02	5,87E-02	8,12E-02	1,59E-02	(2, 1, 1, 1, 1)
Óleo básico		kg	Tecnosfera	Saída	1,00E+00	9,81E-01	1,04E+00	4,52E-02	(2, 1, 1, 1, 1)

A diferença dos dados do inventário dos cenários TTR e TsTR está relacionada ao sistema de gerenciamento em si. Pois, no cenário TTR, o inventário corresponde à etapa de geração e transporte, à etapa de transbordo (que compreende a concentração do OLUC pela decantação e eliminação de parte da água) e à etapa de rerrefino. Por sua vez, o inventário do cenário TsTR corresponde à etapa de geração e transporte e à etapa de rerrefino do OLUC. As diferenças observadas em relação à quantidade de OLUC nas diferentes etapas do ciclo, apresentadas no inventário, estão relacionadas às perdas que ocorrem pela aderência do OLUC às paredes do caminhão (cenário TsTR) e eliminação com parte do efluente no centro de transbordo (cenário TTR). Esse efluente é lançado em corpos d'água (rios), observando os limites estabelecidos. Embora muito diluído, ele carrega quantidades de substâncias que aumentariam a magnitude de emissões no processo de rerrefino. Vale referir que existem exigências ambientais, pelos padrões de lançamento de efluentes líquidos estabelecidas pelos Oema e que devem ser atendidos pelos centros de coleta/transbordo, pois o Conama 430/11 proíbe seu lançamento em rede de esgoto pública, mesmo quando diluídos (BRASIL, 2005).

A etapa de coleta/transbordo é caracterizada por todas as atividades referentes à coleta do OLUC no centro de geração, transbordo (ausente ou não em função do cenário de gerenciamento em análise) no centro de coleta e posterior destinação à indústria de rerrefino. A última etapa do processo se refere à produção do óleo básico, pelo rerrefino do OLUC. Ela é constituída por um processo industrial que possibilita a remoção de contaminantes e constitui a principal fonte de emissões (para o ar, água e solo) do ciclo de vida do OLUC.

### **3.2. Dimensão econômica**

No inventário econômico são apresentados os fluxos econômicos traduzidos pelos custos referentes a cada uma das etapas, traduzidas pelas duas ou três organizações sociais, tendo em conta os dois cenários estudados. Assim, os fluxos são referentes às etapas de geração, coleta/transbordo (para o cenário

TTR) e rerrefino. Os dados para o inventário econômico foram caracterizados por serem primários, obtidos em cada uma das etapas através de consulta de relatórios contábeis das empresas, entrevista aos responsáveis/gestores das partes constituintes do sistema de gerenciamento que constituem esse ciclo de vida. Os resultados foram convertidos para uma base comum (valores referentes a 1kg de óleo básico) como definido no objetivo e escopo, o que permitiu ter uma unidade base de referência em relação à unidade funcional definida, como mostram as tabelas 6 a 9.

**Tabela 6: Custos dos indicadores econômicos da etapa de Geração do OLUC**

Indicadores econômicos	Unidade	Custo por kg de OB	Participação/ Contribuição	Pedigree
Produção de OLUC	R\$	0,00	0,00	
Consumíveis (estopas, ferramentas, etc.)	R\$	0,760	82,52%	(2, 2, 1, 1, 1)
Energia elétrica	R\$/kWh	0,103	11,18%	(3, 1, 1, 2, 2)
Água	R\$	0,056	6,08%	(2, 1, 1, 1, 1)
Custos iniciais de aquisição	R\$	0,919	99,78%	
Transporte (combustível)	R\$	0,00	0,00%	(3, 2, 1, 3, 2)
Custos de transporte	R\$	0,00	0,00%	
Despesas Administrativas	R\$	0,250	27,14%	(2, 1, 2, 2, 1)
Despesas de Armazenamento	R\$	0,070	7,60%	(3, 1, 1, 2, 1)
Seguro de produção	R\$	0,017	1,85%	(3, 2, 2, 2, 1)
Custos de instalação	R\$	0,337	36,59%	
Juro de financiamento a produção	R\$	0,042	4,56%	(4, 3, 1, 3, 2)
Manutenção de instalações	R\$	0,010	1,09%	(3, 2, 1, 3, 2)
Despesas de gestão de resíduos	R\$	0,023	2,50%	(2, 3, 1, 3, 2)
Remuneração média	R\$	0,54	58,6%	(2, 1, 1, 2, 1)
Custos de operação e de manutenção	R\$	0,615	66,78%	
Venda do OLUC	R\$	- 0,950	- 103,15%	(2, 1, 1, 1, 1)
Custo líquido de reposição/renda de fatores	R\$	- 0,950	- 103,15%	
Custo de produção perdida	R\$	0,00	0,00%	--
<b>Total de custo da etapa de geração</b>	<b>R\$</b>	<b>0,921</b>	<b>100,00%</b>	

**Tabela 7: Custos dos indicadores econômicos da etapa de Coleta/transbordo**

<b>Indicadores econômicos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo por kg de OB</b>	<b>Participação/ Contribuição</b>	<b>Pedigree</b>
OLUC	R\$	0,95	28,64%	(1, 2, 1, 1, 1)
Energia elétrica	R\$/kWh	0,258	7,78%	(3, 1, 1, 2, 2)
Custos iniciais de aquisição	R\$	1,208	36,42%	
Transporte (combustível)	R\$	0,25	7,54%	(3, 2, 1, 3, 2)
Custos de transporte	R\$	0,25	7,54%	
Despesas administrativas	R\$	0,025	0,75%	(2, 1, 2, 1, 1)
Despesas de Armazenamento	R\$	0,700	21,10%	(3, 1, 1, 3, 2)
Seguro de armazenamento	R\$	0,58	17,4%	(3, 2, 2, 3, 4)
Impostos/taxas	R\$	0,38	11,5%	(3, 3, 2, 1, 1)
Custos de instalação	R\$	1,683	50,74%	
Juro de financiamento a produção	R\$	0,16	4,8%	(4, 3, 2, 3, 2)
Treinamento/assistência técnica	R\$	0,046	1,39%	(2, 3, 1, 2, 2)
Manutenção de veículos coletores	R\$	0,286	8,6%	(2, 2, 1, 1, 1)
Manutenção de instalações	R\$	0,107	3,2%	(2, 2, 2, 1, 1)
Remuneração média	R\$	0,812	24%	(2, 1, 1, 2, 1)
Custos de operação e de manutenção	R\$	1,411	42,54%	
OLUC (Preço taxado na entrada do Rerrefino)	R\$	-1,235	-37,23%	(1, 2, 1, 1, 1)
Custo líquido de reposição	R\$	-1,235	-37,23%	
Custo de produção perdida	R\$	0	0,00%	--
<b>Total de custo da etapa de coleta/transbordo</b>		<b>3,317</b>	<b>100%</b>	

**Tabela 8: Custos dos indicadores econômicos da etapa de Rerrefino no cenário TTR**

Indicadores econômicos	Unidade	Custo por kg de OB	Participação/ Contribuição	Pedigree
OLUC	R\$	1,235	77,51%	(2, 2, 1, 1, 1)
Água	R\$	0,056	3,50%	(2, 2, 1, 1, 1)
Argila	R\$	0,017	1,07%	(2, 2, 1, 1, 1)
Cal	R\$	0,34	21,34%	(2, 2, 1, 1, 1)
Ácido sulfúrico	R\$	0,3995	25,07%	(2, 2, 1, 1, 1)
Energia elétrica	R\$/kWh	1,034	64,90%	(3, 3, 1, 3, 2)
Custos iniciais de aquisição	R\$	3,08	193,39%	
Transporte (combustível)	R\$	0	0,00%	(3, 2, 1, 3, 2)
Custos de transporte	R\$	0	0,00%	
Processo de rerrefino	R\$	1,20	75,32%	(2, 1, 1, 1, 1)
Despesas administrativas	R\$	0,025	1,57%	(2, 3, 2, 1, 1)
Seguro de produção	R\$	0,178	11,17%	(4, 3, 1, 3, 2)
Impostos/taxas	R\$	0,449	28,18%	(3, 3, 1, 1, 1)
Custos de fabricação/instalação	R\$	1,85	116,24%	
Coprocessamento de resíduos	R\$	0,21	13,18%	(3, 2, 1, 3, 2)
Tratamento de efluentes	R\$/m <sup>3</sup>	0,09	5,65%	(3, 3, 1, 3, 4)
Juro de financiamento a produção	R\$	0,325	20,40%	(4, 3, 1, 3, 3)
Treinamento/assistência técnica	R\$/h	0,046	2,89%	(4, 3, 1, 1, 2)
Manutenção de equipamentos	R\$	0,164	10,29%	(3, 4, 1, 3, 4)
Remuneração média	R\$	1,135	71,24%	(2, 2, 1, 1, 1)
Custos de operação e de manutenção	R\$	1,97	123,64%	
Venda de óleo básico rerrefinado	R\$	- 5,31	- 333,27%	(2, 2, 1, 1, 1)
Renda de fator/custo líquido de reposição	R\$	- 5,31	- 333,27%	
Custo de produção perdida	R\$	0	0,00%	--
<b>Total de custos da etapa de rerrefino TTR</b>	<b>R\$</b>	<b>1,593</b>	<b>100,00%</b>	

**Tabela 9: Custos dos indicadores econômicos da etapa de Rerrefino no cenário TsTR**

Indicadores econômicos	Unidade	Custo por kg de OB	Participação/ Contribuição	Pedigree
OLUC	R\$	1,235	39,91%	(2, 2, 1, 1, 1)
Água	R\$	0,056	1,80%	(2, 2, 1, 1, 1)
Argila	R\$	0,017	0,55%	(2, 2, 1, 1, 1)
Cal	R\$	0,34	10,99%	(2, 2, 1, 1, 1)
Ácido sulfúrico	R\$	0,3995	12,91%	(2, 2, 1, 1, 1)
Energia elétrica	R\$/kWh	1,292	41,75%	(3, 3, 1, 3, 2)
Custos iniciais de aquisição	R\$	3,34	107,92%	
Transporte (combustível)	R\$	0,15	4,85%	(3, 2, 1, 3, 2)
Custos de transporte	R\$	0,15	4,85%	
Processo de rerrefino	R\$	1,20	38,78%	(2, 1, 1, 1, 1)
Despesas administrativas	R\$	0,025	0,81%	(2, 3, 2, 1, 1)
Impostos/taxas	R\$	0,449	14,51%	(3, 3, 1, 1, 1)
Seguro de produção	R\$	0,178	5,75%	(4, 3, 1, 3, 2)
Despesas de armazenamento	R\$	0,700	22,62%	(3, 1, 1, 3, 2)
Custos de fabricação/instalação	R\$	2,55	82,47%	
Tratamento de efluentes	R\$/m3	0,09	2,91%	(3, 3, 1, 3, 4)
Juro de financiamento a produção	R\$	0,325	10,50%	(4, 3, 1, 3, 3)
Treinamento/assistência técnica	R\$/h	0,046	1,49%	(4, 3, 1, 1, 2)
Coprocessamento de resíduos	R\$	0,21	6,79%	(3, 2, 1, 3, 2)
Manutenção de equipamentos	R\$	0,164	5,30%	(3, 4, 1, 3, 4)
Manutenção de veículos coletores	R\$	0,286	9,24%	(2, 2, 1, 1, 1)
Manutenção de instalações	R\$	0,107	3,46%	(2, 2, 2, 1, 1)
Remuneração média	R\$	1,135	36,68%	(2, 2, 1, 1, 1)
Custos de funcionamento	R\$	2,363	76,37%	
Venda de óleo básico rerrefinado	R\$	5,31	171,61%	(2, 2, 1, 1, 1)
Renda de fator/custo líquido de reposição	R\$	5,31	171,61%	
Custo de produção perdida	R\$	0	0,00%	--
<b>Total de custo da etapa de rerrefino no cenário TsTR</b>	<b>R\$</b>	<b>3,094</b>	<b>100,00%</b>	

Na geração do OLUC foram considerados os principais custos envolvidos especificamente nesse processo, pelo fato de a maioria dos centros de geração ser caracterizado por efetuar mais de uma atividade (mecânica geral, em oficinas mecânicas e abastecimento de combustíveis, serviços de conveniência, em postos de combustíveis) para além da troca de OLUC. Em função disso, os custos fixos foram alocados ao processo de troca de OLUC, considerando por estimativa que representavam 10% dos custos dos locais de geração. A inflação foi assumida como sendo zero (0%). Segundo Wong et al. (2003), essa possibilidade é assumida quando o conjunto de dados apresentados refere-se à média de custos do conjunto de bens e serviços constituintes do processo sem variações significativas no período em análise. Os resultados apresentados referem-se à média de custos do conjunto de bens e serviços constituintes do sistema de gerenciamento do OLUC no período 2015/2016. No cenário TsTR a etapa de transbordo é excluída, por consequência os custos dessa etapa são refletidos na etapa de rerrefino, pelo fato de as empresas de rerrefino serem responsáveis pela coleta e transporte do OLUC. O contrário ocorre no cenário TTR, onde os custos são distintos nas três etapas.

### ***3.3. Dimensão social***

Os resultados da dimensão social referentes ao ciclo de vida do OLUC são apresentados em função do instrumento definido na tabela 10. As referências básicas para avaliação das subcategorias foram definidas pelo conjunto de instrumentos legais vigente no Brasil (leis trabalhistas e estatísticas relacionadas), de acordo com informações da Consolidação das Leis de Trabalho (BRASIL, 2017), Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (DIEESE, 2017) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016). Nesta dimensão apenas abordouse uma das cinco partes interessadas recomendadas pelo Guia Metodológico (UNEP, 2013). A pesquisa focou-se apenas ao stakeholders trabalhadores. Isso justificou-se basicamente pela disponibilidade de dados referentes à dimensão social.

Os dados eram majoritariamente qualitativos, por isso foram transformados usando o Subcategory Assessment Methods (SAM) (RAMIREZ et al., 2014), em resultados semiquantitativos e quantitativos pela categorização e pontuação respectivamente, como mostra a tabela 10. Os resultados dessa dimensão foram assim apresentados para permitir o uso do modelo na categorização do conjunto de informação disponibilizada. Vale recordar que o enquadramento dos resultados nos dois cenários (TTR e TsTR) é refletido quando se efetua a análise deles. Os resultados apresentados na tabela 10 não especificam os cenários, uma vez que um dos cenários agrega mais uma etapa que o outro.

**Tabela 10: Subcategorias e pontuações das etapas do processo de gerenciamento do OLUC na dimensão social**

Subcategoria do Stakeholder Trabalhadores UNEP (2009)	Etapas						Pedigree
	Geração		Coleta/Transbordo		Rerrefino		
	Categoria	Pontuação	Categoria	Pontuação	Categoria	Pontuação	
Horas de trabalho	B	3	B	3	B	3	(1, 1, 2, 1)
Salário justo	B	3	B	3	B	3	(1, 1, 2, 1)
Associativismo e negociação coletiva*	B	3	C	2	--	--	(1, 1, 2, 1)
Saúde e segurança dos trabalhadores	B	3	B	3	C	2	(1, 1, 2, 1)
Trabalho infantil	B	3	B	3	B	3	(1, 1, 2, 1)

\* Os resultados da etapa de rerrefino para essa subcategoria não foram apresentados pela indisponibilidade dessa informação por parte dos trabalhadores e do responsável entrevistado.

Importa mencionar que as subcategorias oportunidades iguais/discriminação, trabalho forçado e benefícios sociais referenciadas pelo guia da UNEP/SETAC como parte interessada dessa categoria foram desconsideradas (UNEP, 2009). Nessa dimensão, cada uma das etapas que constitui o sistema de gerenciamento do OLUC é uma pessoa jurídica ou uma organização social. Assim, um sistema de gerenciamento do OLUC pode ser constituído por duas ou três organizações sociais de acordo com o cenário analisado (TsTR ou TTR). O cenário TsTR é caracterizado pela exclusão da organização relacionada a coleta do OLUC, sendo que as atividades desenvolvidas por essa são realizadas pela empresa de rerrefino.

#### 4. Conclusões

O presente trabalho apresenta o inventário ambiental, econômico e social do ciclo de vida do OLUC. Os dados ambientais são referentes às entradas e saídas dos fluxos de matérias, os econômicos são referentes ao fluxo de monetários do ciclo, destacando-se a desconsideração do custo de produção perdida em função da unidade definida. O estudo possibilitou, através dos limites estabelecidos para esse ciclo de vida, obter um conjunto de dados que podem ser utilizados para efetuar ACVs deste ciclo, nas dimensões (ambiental, social e econômica) ou numa perspectiva de sustentabilidade. Os dados deste estudo também podem servir para

efetuar comparações com outras ACVs realizadas exclusivamente com dados da base de dados. Esses dados são caracterizados por serem maioritariamente muito bons a bons, de acordo com a categorização feita através das matrizes pedigree para os diferentes dados. O sistema de gerenciamento do OLUC no Brasil, particularmente o da Região Sul, é constituído por duas ou três organizações sociais, nomeadamente a de geração, a de coleta/transbordo e a de rerrefino (que em alguns casos compõe uma com a de coleta/transbordo).

## Agradecimentos

Agradecemos ao Centro de Avaliação da Sustentabilidade de Ciclo de Vida, Gyro, pelo apoio técnico no tratamento de dados desta pesquisa.

## Referências

ALMEIDA, Cássio Florisbal de et al., June 2017. Environmental assessment of a bi-fuel thermal power plant in na isolated power system in the Brazilian Amazon region. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2017, vol. 154, pp. 41-50. Available from: doi: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.209>>.

ANP (Agência Nacional de Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis), April 2016. Boletim de lubrificantes. *Boletins ANP* [online]. 2016. vol. 1, issue 1. Available from: <<http://bit.ly/2Vsm08e>>.

BRASIL. Câmara dos Deputados, 2012. *Política nacional de resíduos sólidos*. 2.ed. Brasília: Edições Câmara, 2012. Available from: <<http://bit.ly/2VvFVDt>>.

BRASIL, 1943. *Decreto-lei nº 5.452*, de 1 de maio de 1943. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. Brasília, DF: Presidência da República, 1943. Available from: <<http://bit.ly/2WW6e62>>.

BRASIL, 2007. Ministério de Minas e Energia and Ministério do Meio Ambiente. *Portaria interministerial MME/MMA nº 464*, de 29 de agosto de 2007. Dispõe sobre a responsabilidade dos produtores e os importadores de óleo lubrificante acabado pela coleta de todo óleo lubrificante usado ou contaminado, ou alternativamente, pelo correspondente custeio da coleta efetivamente realizada, bem como sua destinação final de forma adequada. Brasília, DF: MME/MMA, 2007. Available from: <<http://bit.ly/2VyvJtU>>.

BRASIL, 2005. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 2005. *Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005*. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo

lubrificante usado ou contaminado. Brasília, DF: CONAMA, 2005. Available from: <<http://bit.ly/2D6oj9O>>.

CINGRANELLI, David, RICHARDS, David and CLAY, K. Chad, 2014. *CIRI Human Rights Dataset*. Version 2014.04.14. Available from: <<http://bit.ly/2VMibLe>>.

CIROTH, Andreas, April 2009. Cost data quality considerations for eco-efficiency measures. *Ecological Economics* [online]. 2009, vol. 68, issue 6, pp. 1583-1590. Available from: doi: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.08.005>>.

DIEESE (Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos), 2017. *Pesquisa nacional da cesta básica de alimentos: salário mínimo nominal e necessário* [site]. 2017. Available from: <<http://bit.ly/2Gs6pR2>>.

EC (European Commission), 2016. Environment [site]. Waste: waste oils. 08 jun. 2016. Available from: <<http://bit.ly/2KKjWaN>>.

GIUCCI, Guillermo, 2004. *A vida cultural o automóvel: percursos da modernidade cinética*. Rio de Janeiro: Editora Record, 2004.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2016. Pesquisa industrial anual [site]. *Tabela 2016*. Available from: <<http://bit.ly/2DhwhgF>>.

MANG, Theo and GOSALIA, Apu, 2017. Lubricants and their market. IN: MANG, Theo and DRESEL, Wilfried (ed.). *Lubricants and lubrication*. 3rd. ed., rev. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2017.

SINDIRREFINO (Sindicato Nacional da Indústria do Refino de Óleos Minerais), 2014. *Logística reversa de óleos lubrificantes e refino*. Rio de Janeiro: SINDIRREFINO, 2014.

SOHN, Hassan, 2011. *Gerenciamentos de óleos lubrificantes usados ou contaminados*. [S.l]: SENAI, 2011.

SPIRO, Thomas G. and STIGLIANI, William M, 2008. *Química ambiental*. 2.ed. Campinas: Pearson, 2008.

SWARR, Thomas et al., 2011. *Environmental Life Cycle Costing: a code of practice*. [S.l]: SETAC, 2011.

UNEP (United Nations Environment Programme), 2008. *Guidelines for social life cycle assessment of products: social and socio-economic...* [S.l]:

UNEP/SETAC, 2008. Available from: <<http://bit.ly/2UFU30o>>.

UNEP (United Nations Environment Programme), 2013. *The methodological sheets for subcategories in Social Life Cycle Assessment (S-LCA)*. [S.l]:

UNEP/SETAC, 2013. [Pre-publication version]. Available from: <<http://bit.ly/2IzvVoZ>>.

VAN HAASTER, B. V. et al., 2013. *Practical guidance document for social assessments*. Utrecht University, GreenDelta and Pre Consultants. Prosuite report. 2013.

WEIDEMA, Bo P., September 1998 Multi-user test of the data quality matrix for product life cycle inventory data. *The International Journal of Life Cycle Assessment* [online]. 1998, vol. 3, issue 5, pp. 259-265. Available from: doi: <<https://doi.org/10.1007/BF02979832>>.

WONG, Nyuk Hien et al., March 2003. Life cycle cost analysis of rooftop gardens in Singapore. *Building and Environment* [online]. 2003, vol. 38, issue 3, pp. 499-509. Available from: doi: <[https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(02\)00131-2](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(02)00131-2)>.