



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

IDENTIFICAÇÃO DE PRODUTOS PRIORITÁRIOS A SEREM INVENTARIADOS PARA A FORMAÇÃO DE BANCO DE DADOS BRASILEIRO PARA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

Gabriela Guedes Monteiro

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientadora: D. Sc. Elen Beatriz Acordi Vasques Pacheco

Rio de Janeiro

Setembro de 2018

IDENTIFICAÇÃO DE PRODUTOS PRIORITÁRIOS A SEREM
INVENTARIADOS PARA A FORMAÇÃO DE BANCO DE DADOS
BRASILEIRO DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

Gabriela Guedes Monteiro

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO AMBIENTAL.

Examinada por:

Prof.^a Elen Beatriz Acordi Vasques Pacheco, D. Sc.

Prof.^a. Monica Pertel, D. Sc.

Prof. Dejair de Pontes Souza, M. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

SETEMBRO de 2018

Monteiro, Gabriela Guedes

Identificação de Produtos Prioritários a Serem Inventariados para a Formação de Banco de Dados Brasileiros de Avaliação do Ciclo de Vida/Gabriela Guedes Monteiro. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2018.

X, 54 p.; Il.; 29,7 cm.

Orientadora: Elen Beatriz Acordi Vasques Pacheco

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Ambiental, 2018.

Referências Bibliográficas: p. 49-52.

1. Análise de Ciclo de Vida; 2. Banco de Dados de ACV;
3. Banco de Dados Nacional

I. Pacheco, Elen; II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Ambiental. III. Título.

Dedicatória

Ao Brasil, na esperança de contribuir para uma sociedade mais justa, igualitária e sustentável.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus pela vida e por todas as conquistas que Ele me permitiu. A Nossa Senhora de Nazaré, a quem eu recorri no momento de vestibular, e pagarei a promessa agora formada.

Agradeço aos meus pais, Bia e Ronaldo, e ao meu irmão Pepe, por todo apoio, porto seguro e amor incondicional em absolutamente todas as etapas da minha vida. Obrigada por nunca terem me deixado desistir e por serem tão incríveis.

À minha família: avós, Pécy, Baba e Walda, tias e primos, em especial Lê, Cacau, Dinéia, Tomás, Teco e Thiago que acompanharam essa jornada de perto e sempre torceram por mim. Eu amo muito cada um de vocês e sou muito grata por ter uma família tão bonita e unida.

As minhas amigas de infância e para a vida toda, GBs, por serem o verdadeiro significado de amizade e girlpower. Estaremos sempre juntas compartilhando, comemorando vitórias e nos apoiando nas derrotas. Em especial à Nicole e Luiza, minhas colegas de profissão, e ao Rod, que são os melhores amigos que eu poderia pedir, por todos os desabafos, risadas, apoios e incentivos, juntos somos mais fortes.

As minhas loucas preferidas, cujo nome do grupo não pode ser referenciado aqui, que me acompanharam todos os dias nesses últimos dois anos. Por termos construído uma amizade tão sólida e verdadeira em tão pouco tempo, não imagino mais minha vida sem vocês. Em especial à minha melhor amiga, Dani, pela nossa sintonia e parceria que a faculdade construiu (em 6 meses) e vamos levar pra vida.

Aos meus amigos queridos que a faculdade proporcionou, GSs, pelas longas resenhas de BD, cervejas no Grêmio, Interengs, Caninhas e infinitas chopadas. Sem vocês, sem dúvida, a faculdade teria sido muito menos legal (talvez também menos longa). Em especial ao Du, meu grande parceiro e amigo para todas as horas, e ao Mc e Amau.

As minhas meninas, colegas de profissão, Amb Girls, por tudo que vivemos juntas durante a faculdade e fora dela. Preciso agradecer o legado acadêmico em forma de trabalhos e materiais antigos, sem eles, eu não teria chegado aqui. Muito orgulho deste grupo de mulheres engenheiras ambientais. Em especial à Lu e Bibi por terem disponibilizado tempo

e paciência para formatar e referenciar esse TCC, é maravilhoso poder contar com amigas como vocês.

Aos colegas de trabalho da Ipiranga, em especial meus chefinhos queridos, Carla e Lúcio, pelo aprendizado, paciência e compreensão desta fase conturbada de TCC. A experiência dos últimos dois anos foi fundamental para meu crescimento profissional.

Aos professores, funcionários e à instituição UFRJ que resiste mesmo em meio à situação do país. Por terem me agregado conhecimento, oportunidades e experiências. É um orgulho fazer parte da maior do Brasil. A trajetória foi árdua, mas muito recompensante.

Finalmente, à minha orientadora, Elen, que além de uma profissional admirável foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho, o meu muito obrigada.

A todos que de alguma forma contribuíram nesta jornada.

É difícil descrever em palavras o sentimento de chegar até aqui. A engenharia sempre foi um sonho, a UFRJ ainda mais. Este trabalho representa a concretização de toda uma vida de estudos de uma quase engenheira ambiental que cresceu, mudou, aprendeu e amadureceu durante a faculdade, e se descobriu apaixonada pela profissão. Orgulho de ser mulher e engenheira no Brasil.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

IDENTIFICAÇÃO DE PRODUTOS PRIORITÁRIOS A SEREM INVENTARIADOS PARA A
FORMAÇÃO DE BANCO DE DADOS BRASILEIROS DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE
VIDA

Gabriela Guedes Monteiro

Setembro/2018

Orientadora: Elen Beatriz Acordi Vasques Pacheco

Curso: Engenharia Ambiental

É fundamental reconhecer a importância da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e de seu uso na identificação e análise de oportunidades de minimização do consumo de recursos e poluição do ar, água e solo. No Brasil há grandes dificuldades na aplicação e difusão da metodologia de ACV pela falta de um banco de dados nacional consistente e robusto nacional que contenha informações representativas da região que auxiliem nos estudos de ACV. Foi dessa lacuna que surgiu a motivação deste estudo. O estudo se propõe a servir de ponto de partida para o desenvolvimento de um banco de dados nacional. O principal objetivo foi eleger uma lista de produtos a serem prioritariamente inventariados para um banco de dados de ACV brasileiro baseando-se no Princípio da Sustentabilidade. Identificaram-se 11 critérios de sustentabilidade a partir dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (ONU) e os temas mais abordados em estudos recentes de ACV. Cada um desses critérios gerou uma Lista Inicial de produtos contendo entre 2 e 19 itens. Para geração de uma Lista Única propôs-se uma metodologia de cruzamento das Listas Iniciais na qual a frequência e a colocação no ranking de cada Lista Inicial foram os critérios de importância. Esta Lista Única apresentou então os 55 produtos mais relevantes para o Brasil. Posteriormente elegeu-se uma Lista Prioritária na qual apenas 19 produtos foram identificados. A Soja apareceu como o produto mais importante para o país, seguida de diversos produtos agrícolas, o que foi coerente com a realidade brasileira e confirmou a validade da metodologia.

Palavras-chave: Análise de Ciclo de Vida; Banco de Dados de ACV; Banco de Dados Nacional

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

IDENTIFICATION OF PRIORITY PRODUCTS TO BE INVENTED FOR THE TRAINING OF BRAZILIAN LIFE CYCLE ASSESSMENT DATABASE

Gabriela Guedes Monteiro

September/2018

Advisor: Elen Beatriz Acordi Vasques Pacheco

Course: Environmental Engineering

It is essential to recognize the importance of Life Cycle Assessment (LCA) and its use in identifying and evaluating opportunities to minimize resource consumption and air, water and soil pollution. In Brazil there are great difficulties in the application and diffusion of the LCA methodology due to the lack of a consistent and robust national database that contains representative information of the region that assist in the studies of LCA. It was from this gap that the motivation of this study emerged.

The study proposes to serve as a starting point for the development of a national database. The main objective was to select a list of products to be primarily inventoried to a Brazilian LCA database based on the Sustainability Principle. Eleven sustainability criteria were identified from the Sustainable Development Indicators and the themes most discussed in recent studies of LCA. Each of these criteria generated an Initial List of products containing between 2 and 19 items.

For the generation of a Single List, a methodology was proposed for crossing the Starting Lists in which the frequency and ranking of each Initial List were the criteria of importance. This Single List then presented the 55 most relevant products for Brazil. Subsequently a Priority List is selected in which only 19 products are identified.

Soya appears as the most important product for the country, followed by several agricultural products, which was consistent with the Brazilian reality and confirmed the validity of the methodology.

Keywords: Life Cycle Assessment, LCA Database, National Database

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	4
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1.	BANCOS DE DADOS DE ACV	5
3.2.	A CRIAÇÃO DE BANCOS DE DADOS DE ACV	5
3.3.	INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	8
4.	METODOLOGIA DE TRABALHO	16
4.1.	METODOLOGIA DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4.2.	IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE	17
4.3.	IDENTIFICAÇÃO DE LISTA INICIAL DE PRODUTOS SEGUNDO CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE	21
4.3.1.	EMPREGABILIDADE	22
4.3.2.	EMIÇÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA	22
4.3.3.	DEPLEÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO	22
4.3.4.	DEMANDA POR USO DE ENERGIA	23
4.3.5.	CONSUMO DE ÁGUA	23
4.3.6.	USO DO SOLO	23
4.3.7.	USO DE FERTILIZANTES	23
4.3.8.	USO DE AGROTÓXICOS	24
4.3.9.	PARTICIPAÇÃO NO PIB	24
4.3.10.	EXPORTAÇÃO	24
4.3.11.	IMPORTAÇÕES	24
4.4.	IDENTIFICAÇÃO DA LISTA ÚNICA DE PRODUTOS	25
4.5.	IDENTIFICAÇÃO DA LISTA PRIORITÁRIA	27
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5.1.	CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE	28
5.2.	LISTAS INICIAIS	29
5.2.1.	CRITÉRIOS SOCIAIS	29
5.2.2.	CRITÉRIOS AMBIENTAIS	30
5.2.3.	CRITÉRIOS ECONÔMICOS	39
5.2.4.	EXPORTAÇÕES	41
5.2.5.	IMPORTAÇÕES	42
5.3.	LISTA ÚNICA	43

5.4.	LISTA PRIORITÁRIA	46
6.	CONCLUSÕES	49
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

Índice de Tabelas

Tabela 1: Lista de Produtos e a contribuição nos impactos ambientais de seus principais processos elementares.....	8
Tabela 2: Indicadores de Sustentabilidade do Marco Ordenador ONU segundo dimensões ambiental, econômica, social e institucional.....	10
Tabela 3: Propriedades de seleção de indicadores de sustentabilidade do artigo <i>Aggregating sustainability indicators: Beyond the weighted sum</i>	12
Tabela 4: Propriedades de seleção de indicadores de sustentabilidade do artigo <i>Sustainability indicators for the assessment of eco-industrial parks:</i>	12
Tabela 5: Revistas relevantes no tema ACV e seus fatores de impacto.....	18
Tabela 6: Temas sociais mais apresentados em artigos de ACV com enfoque social na Revista <i>Journal of Cleaner Production</i> em 2018	19
Tabela 7: Temas Ambientais que mais apareceram em artigos de ACV na Revista <i>Journal of Cleaner Production</i> (JCP) em 2018	20
Tabela 9: Nomenclaturas padronizadas obtidas a partir das listas iniciais de produtos segundo critérios sociais, ambientais e econômicos.....	25
Tabela 10: Pontuações atribuídas às colocações no ranking para a Lista Única	26
Tabela 8: Critérios de sustentabilidade para levantamento de produtos relevantes para o país relacionados aos IDS e às categorias de impacto associados.	28
Tabela 11: Listagem de setores e subsetores com maior saldo de geração de emprego no Brasil em 2017.....	29
Tabela 12: Contratados por cargo na agropecuária em 2017	29
Tabela 13: Lista Inicial - Critério Empregabilidade com setores que mais empregam.....	30
Tabela 14: Lista Inicial - Critério Emissão de Gases do Efeito Estufa	31
Tabela 15: Emissões de Substâncias contribuintes da depleção da Camada de Ozônio	31
Tabela 16: Lista Inicial - Critério Depleção da Camada de Ozônio.....	31
Tabela 17: Demanda de Consumo de Energia por Setor da Economia	32
Tabela 18: Demanda de Consumo de Energia por subsetor Industrial	33
Tabela 19: Demanda de Energia por Modal de Transporte (EPE, 2017)	33
Tabela 20: Lista Inicial - Critério Demanda de Uso por Energia	33
Tabela 21: Culturas agrícolas e Necessidade de Água.....	34
Tabela 22: Atividades de Maior Consumo de Água na Indústria	35
Tabela 23: Lista Inicial - Critério Uso da Água	35
Tabela 24: Usos do Solo e suas atividades associadas (IBGE ² , 2018 e IBGE ² , 2017).....	36

Tabela 25: Área Colhida em Hectares por tipo de Cultura para o ano de 2017 (IBGE ³ ,2018) e Lista Inicial - Critério Uso do Solo	37
Tabela 26: Uso de fertilizante por cultura.....	37
Tabela 27: Lista Inicial - Critério Uso de Fertilizantes.....	38
Tabela 28: Uso de Agrotóxicos em litros por hectare por produto e Lista Inicial - Critério Uso de Agrotóxicos	39
Tabela 29: Principais Serviços contribuintes do PIB brasileiro entre 2011 e 2013 (PAS - IBGE,2018).....	40
Tabela 30: Lista Inicial - Critério Participação no PIB.....	41
Tabela 31: Média das exportações por produto em US\$ (FOB).....	41
Tabela 32: Lista Inicial - Critério Exportações	42
Tabela 33: Valores de Importação em U\$ (FOB) e Lista Inicial - Critério Importações	43
Tabela 34: Lista Inicial - Critério de Importação	43
Tabela 35: Lista Única	44
Tabela 36: Lista Prioritária	46
Tabela 37: Aplicação da Metodologia de geração da Lista Única	55

Índice de Figuras

Figura 1: Fluxograma metodológico geral do estudo desenvolvido	16
Figura 2: Etapas da identificação dos Critérios de Sustentabilidade.	17
Figura 3: Esquema da Geração das Listas Iniciais	Erro! Indicador não definido.
Figura 4: Média de Emissão de Dióxido de Carbono por Atividade.....	30
Figura 5: Matriz Energética Brasil 2016 (EPE, 2018)	32
Figura 6: Demanda por consumo de água no Brasil no ano de 2017.....	34
Figura 7: Distribuição da participação média no PIB por setores	40
Figura 8: Categoria de Atividades de Maior Receita para o Brasil entre 2011 e 2013.....	40

1. Introdução

A gestão ambiental é considerada uma área em crescimento acadêmico e corporativo com aplicação direta por meio do desenvolvimento de políticas ambientais. Cada vez mais o tema tem ganhado centralidade nas discussões de nível estratégico e assumido o papel de pautar desde a concepção da gestão institucional aos processos produtivos que buscam a sustentabilidade (SILVA et al., 2017).

Atender ao chamado desenvolvimento sustentável requer métodos e ferramentas que ajudem a quantificar e comparar os impactos ambientais, sociais e econômicos no meio ambiente, população e economia (REBITZER et al., 2004), bem como identificar os pontos mais críticos ou seja que mais impactam em um processo qualquer e, então, se buscar tecnologias de produção mais limpa a fim de prover bens e serviços para a sociedade mais sustentáveis.

Surge a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) como uma útil ferramenta para estimar e avaliar os impactos ambientais atribuídos ao ciclo de vida de um produto ou processo, sendo normalizada pela série ISO 14000 (BRASIL, 2009).

A ACV vem crescendo internacional e nacionalmente, muitos países entendem a importância de seu uso para identificar e avaliar oportunidades de minimização do consumo de recursos e da poluição do ar, água e solo (ALI et al., 2014). Estudos de ACV frequentemente também estão associados à competitividade entre indústrias (BAUMANN, 2004).

Segundo Barbosa (2008), as indústrias brasileiras encontram dificuldade em aplicar e difundir a metodologia de ACV, dentre outras razões, pela falta de um banco de dados consistente em âmbito nacional que contenha informações que auxiliem nos estudos de ACV de insumos industriais básicos.

Banco de Dados de ACV é um sistema que tem por objetivo organizar, armazenar e recuperar grandes quantidades de conjuntos de dados digitais que permitem realizar uma ACV mais próximo do real para uma dada região e período de tempo (UNEP, 2011). Além disso, deve ser capaz de agilizar um estudo de ACV, ao ponto que seja possível acessar todos os dados necessários ao estudo nele.

Segundo Heidelberg (2014), o Brasil é classificado segundo sua atividade de desenvolvimento de banco de dados de ACV como muito baixo desenvolvedor de Banco

de Dados porém com algum desenvolvimento de ICV. Pouco pode-se observar acerca de iniciativas de bancos de dados de ACV no Brasil, dentre elas, no âmbito acadêmico há o estudo intitulado “Identificação de processos elementares prioritários para adaptação de base de dados de Inventário de Ciclo de Vida (ICV) de 2014 desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelas autoras Giovanna Chiumento e orientado por Cássia Maria Lie Ugaya (CHIUMETO; UGAYA, 2014). Outra iniciativa existente é implantação propriamente dita do banco, o Banco Nacional de Inventários do Ciclo de Vida (SICV), um sistema recente e em formação, que armazena um conjunto de Inventários do Ciclo de Vida já desenvolvidos e que os autores submetem e disponibilizam ao sistema. Ambas iniciativas serão descritas mais a fundo no capítulo de revisão bibliográfica.

É irrefutável reconhecer que os inventários de produtos e serviços são extremamente dependentes de bases de dados de fácil compreensão e confiáveis (FRISCHKNECHT, 2006). É ainda fundamental que esses bancos sejam robustos e bem representativos de cada região.

Os dados que são inseridos nos bancos de dados devem ser representativos para a região em que se quer analisar, é imprescindível que um banco regional esteja disponível para a sociedade interessada (FERREIRA, 2009). Os dados são específicos de cada área por razão da matriz energética, especificidades sociais, ambientais e econômicas, além dos métodos de produção sofrerem variações de região para região (IBRAHIM, 2014).

Com isso, prover um banco de dados nacional de ICV consistente, transparente, acessível e confiável para o país traz muitos benefícios potenciais para a indústria e outras instituições e é de suma importância para o desenvolvimento econômico, ambiental e social do país (IBRAHIM, 2014).

O banco de dados é de suma importância para um estudo de ACV, pois a etapa de inventário requer uma grande quantidade de informações a serem levantados, além do conhecimento da área a ser trabalhada. Nos países desenvolvidos, como a Suíça, Alemanha, Japão, EUA, existem banco de dados aplicáveis às condições destes países ou regiões. Nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, estes bancos de dados ainda estão em fase de desenvolvimento (LIMA; KIPERSTOK, 2018).

Em razão do número de informações contidas em um banco de dados, pode-se afirmar que sua disponibilidade reduzirá drasticamente o consumo de tempo e de recursos necessários para a realização de estudos de ACV (FERREIRA, 2009).

A pequena quantidade de dados disponíveis e a falta de consistência e robustez do banco de dados brasileiro até então existente (SICV) representa perdas ambientais e econômicas em diversos aspectos para o Brasil, ao ponto que a falta de um banco de dados consolidados é um desafio ou até mesmo barreira às iniciativas de ACV. A utilização, por exemplo, de bancos de dados internacionais pode não refletir fielmente a realidade brasileira e gerar estudos não tão precisos para aplicação no país. A dificuldade de acesso aos dados e a falta de confiabilidade podem também representar um desestímulo às partes interessadas. É preciso entender a importância do uso da ACV para identificar e avaliar as oportunidades de minimização do consumo de recursos e poluição do ar, água e solo (ALI et al., 2014). Surge assim uma necessidade da inserção de informações no banco de dados nacional de forma ordenada e coerente.

2. Objetivos

O presente estudo tem, portanto, como objetivo geral listar através de critérios propostos de elegibilidade, baseados nos pilares da sustentabilidade, os principais produtos a serem inicialmente inventariados para se popular um banco de dados brasileiro de Avaliação de Ciclo de Vida. Para com isso, auxiliar na inserção de informações representativas da região e como forma de contribuição para o crescimento e consolidação do banco de dados nacional.

Dentre os objetivos específicos estão a definição de conceitos relevantes ao estudo, como o de ACV, Banco de Dados e Sustentabilidade; a identificação de critérios capazes de eleger os produtos relevantes ao país para cada pilar da sustentabilidade; o desenvolvimento de metodologia de cruzamento das listas de produtos de cada critério e priorização deles; e por último originar uma Lista Prioritária considerando-se produtos que fazem parte de mais de um ACV.

3. Revisão Bibliográfica

A ISO 14040:2009 define a Avaliação de Ciclo de Vida como o estudo dos aspectos ambientais e impactos potenciais ao longo da vida de um produto ou processo, desde a aquisição de sua matéria-prima, passando por produção, uso e disposição. A Norma traz ainda uma definição alternativa que apresenta a ACV como compilação e avaliação das entradas, saídas e impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida.

3.1. Bancos de Dados de ACV

De acordo com o *Global Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases* (UNEP, 2011) um Banco de Dados de ACV é um sistema que tem por objetivo organizar, armazenar e recuperar grandes quantidades de conjuntos de dados digitais de ACV com facilidade. Consiste numa coleção organizada de dados que obedecem parcialmente ou totalmente a uma série de critérios comuns de metodologia, formato, revisão e nomenclatura. A ideia é que os bancos de dados permitam uma interconexão entre os conjuntos de dados individuais para que se crie diferentes modelos de ACV para diversos produtos.

Um banco de dados para apoio aos estudos da técnica de ACV deve conter informações representativas e de consumo de materiais-prima e de energia, de emissões atmosféricas, de efluentes líquidos e de resíduos sólidos para elementos comuns a vários outros ciclos de vida (FERREIRA, 2009).

O desafio da criação de banco de dados de ACV é que ele seja capaz de atender a processos unitários e agregados do berço ao túmulo de forma que os dados possam ser usados de diferentes formas. Isso requer que as informações de como os processos estão conectados também estejam disponíveis.

3.2. A criação de Bancos de Dados de ACV

Thamarumajah e Grant (2002) apontam que bancos de dado de Inventário de Ciclo de Vida vêm sendo desenvolvidos em diversas regiões do mundo desde os anos 90. Alguns países estão mais avançados nesse desenvolvimento que outros. Países da Europa Ocidental e o Canadá são considerados os pioneiros tendo investido pesado no desenvolvimento dos bancos de dados nacional de ICV desde a década de 80. Recentemente, países asiáticos e a Austrália também estão desenvolvendo seus próprios bancos de dado. Em outros

países o desenvolvimento está focado em processos e produtos separados (HEIDELBERG, 2014).

Tomando o exemplo do projeto de criação do banco de dados de Quebec, segundo Lesage e Samson (2013), o principal fator considerado para a seleção de dados foi a transparência e a sua disponibilidade. A base de dados Ecoinvent v.3 foi utilizada como referência por atender da melhor forma aos fatores considerados na seleção de dados. O trabalho de coleta de dados foi priorizado com base em diversos critérios dentre eles, o que foi chamado de “recontextualização”, que se refere ao processo de criar uma versão regional de um conjunto de dados já existente para permitir que ele seja revinculado a outros conjuntos de dados específicos de Quebec. Um caso em que a recontextualização se fez útil foi para os processos em que o consumo de energia era ambientalmente relevante, já que em Quebec mais de 95% da geração é de origem hidrelétrica. A partir disso, iniciou-se a recontextualização com processos que envolvessem um consumo considerável de energia elétrica.

Outra priorização descrita pelos autores (LESAGE; SAMSON, 2013) e utilizada no projeto do banco de dados de Quebec foram a significância ambiental dos setores industriais. Para isso utilizaram-se três abordagens, a primeira dela baseou-se no inventário de emissões públicas do Canadá, as outras duas se basearam na identificação dos setores-chave no contexto de ACV na região de acordo com modelos desenvolvidos por universidades canadenses. Quatro vetores guiaram as análises das abordagens dentre elas: consumo, demanda doméstica, exportações e reexportações e produção bruta. Assim os setores foram comparados pela sua contribuição na mudança climática e os impactos na saúde humana.

Outras duas importantes considerações ou critérios utilizados na formação do banco de dados de Quebec foram os setores diretamente visados pela política ambiental do governo para a qual a informação sobre o ciclo de vida era relevante e a demanda do setor acadêmico por pesquisa, no caso o principal setor utilizado nesse critério foi o de tratamento de água.

Já o artigo de Ali (2014) descreveu a criação do banco de dados nacional do Egito. Nele os autores ressaltam a importância de bancos de dados específicos para cada região, a necessidade de dados confiáveis, transparentes e atualizados. Falam também dos atores envolvidos no projeto de criação do banco de dados incluindo poder público, universidades e setores industriais, além de desafios encontrados nessa criação. Porém em nenhum

momento é descrita de que forma se preencheram as lacunas de dados dos bancos de dados, não há referência a alguma ordem ou critério de priorização de produtos ou serviços para se abastecer o banco de dados nacional.

O projeto de desenvolvimento do banco de dados do Japão é tratado por Narita (2004). O mesmo apresenta um grupo destinado ao levantamento de dados que foram fornecidos de forma voluntária pelas associações industriais.

No âmbito nacional a principal iniciativa de desenvolvimento de banco de dados está representada pelo Banco Nacional de Inventários do Ciclo de Vida (SICV Brasil), é um banco de dados criado para abrigar Inventários do Ciclo de Vida (ICVs) de produtos nacionais. O sistema é um gerenciador de bases de dados que visa um conjunto consolidado dos inventários brasileiros. A ferramenta tem como missão manter e assegurar o acesso aos dados de inventários de produtos e processos da indústria brasileira, bem como validar as informações a serem inseridas. O próprio usuário representante da academia, indústria ou governo pode depositar o seu inventário no sistema. Os dados de inventários depositados passarão por duas revisões, uma de qualidade e outra de dados antes da disponibilização para acesso público (IBICT, 2018).

O artigo “Identificação de processos elementares prioritários para adaptação de base de dados de Inventário de Ciclo de Vida (ICV)”, das autoras Giovanna Chiumento, e Cássia Maria Lie Ugaya da UFPR (CHIUMENTO;UGAYA, 2014), foi o único identificado na literatura brasileira com o mesmo objetivo que este trabalho: apresentar um método de identificação de conjuntos de dados de processos elementares que devem ser inventariados prioritariamente para o banco de dados de ACV brasileiro. O método proposto pelas autoras contemplou as seguintes etapas: i) identificação dos produtos de maior relevância nacional, em termos de produção e valor econômico, ii) correspondência do produto na base de dados, iii) identificação dos processos elementares que tem mais potencial de contribuir no impacto ambiental. Em seguida, realizou-se um estudo de caso para o Brasil, considerando os dados dos produtos mais relevantes do IBGE de 2011, a base de dados doecoinvent v.3.01 e o método CML 2000 simulados no SimaPro v.8.0.2..

Para cada produto analisado foi definido o processo elementar responsável por maior parte do impacto ambiental gerado em determinada cadeia de produção e o percentual correspondente desta contribuição, estes dados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Lista de Produtos e a contribuição nos impactos ambientais de seus principais processos elementares

Produto	%	Processo Elementar
Derivados do Aço	16	Produção de Ferro-gusa
Cimento Portland	15	Produção de Clínquer
Fertilizante	6	Produção de Eletricidade
Minério de Ferro Pelotizado	6	Produção de Minério de Ferro
Ração	5	Produção de Soja
Diesel	5	Produção de Petróleo e Gás
Alumínio	5	Produção de Eletricidade
Etanol	4	Produção de Cana de Açúcar
Automóveis	4	Produção de Aço Encruado
Óleo de Soja, bruto	3	Produção de Soja
Gasolina	3	Produção de Petróleo e Gás
Óleo Combustível	3	Produção de Petróleo e Gás
Açúcar	2	Produção de Cana de Açúcar
Concreto	2	Produção de Clínquer
Óxido de Alumínio	2	Transporte de Bauxita

Fonte: Adaptado de CHIUMETO; UGAYA, 2014

Observada a Tabela 1, é possível observar os processos elementares que mais se repetem são a produção de cana de açúcar e de petróleo e gás, considerados pelo artigo como os principais a serem estudados.

3.3. Indicadores de Sustentabilidade

Para criação da lista de produtos a serem prioritariamente inventariados para a formação do banco de dados de ACV brasileiro, objetivo principal deste estudo, utilizaram-se uma série de critérios que tiveram como base inicial o princípio da sustentabilidade e os indicadores de sustentabilidade do IBGE disponíveis no SIDRA (IBGE, 2018), como será descrito detalhadamente na Metodologia. Para total compreensão e aplicação destes critérios serão necessárias as definições de alguns importantes conceitos. Estes serão descritos de acordo com os três pilares da sustentabilidade (econômico, ambiental e social) a seguir.

Sustentabilidade significa que o desenvolvimento humano é construído em harmonia com o meio ambiente através do respeito pela biodiversidade, pelos direitos humanos e resposta às necessidades básicas de uma vida digna (Organização das Nações Unidas, 2018).

O conceito mais difundido de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais

sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades (UN, 1987).

A Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS) das Nações Unidas iniciou, em 1995, a partir da recomendação da Agenda 21 Global, um projeto para a construção de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. O principal objetivo dessa iniciativa foi a construção de indicadores de desenvolvimento sustentável para o apoio a processos de tomada de decisões, no âmbito de países, definindo-os, elucidando metodologias e fornecendo atividades de treinamento e capacitação para sua construção.

Os indicadores compõem uma das principais formas de disponibilização das informações, sendo assim parte fundamental do sistema de gestão organizacional. Na busca pela sustentabilidade, os indicadores têm se mostrado importantes, devendo ser concebidos através de processos sistêmicos e equitativos, sob pena de conduzir a decisões equivocadas (MALHEIROS, 2010).

Os indicadores de sustentabilidade são essenciais para nortear a avaliação e o acompanhamento organizacional, uma vez que relatórios sobre as dimensões ambiental, econômica e social de suas atividades, bens e serviços subsidiam a organização e seus interessados a compreensão e divulgação de suas contribuições. Estes indicadores possibilitam à organização a compreensão da complexidade e das mudanças de qualquer sistema, além de tornar a informação acessível à sociedade e prever os rumos do crescimento orientando-os para o desenvolvimento sustentável (MALHEIROS, 2010).

A ONU propôs em 2001 um Marco Ordenador sob o qual os indicadores de sustentabilidade estão baseados. Nele os indicadores são organizados em 4 categorias: Ambiental, Social, Econômica e Institucional.

A dimensão ambiental trata dos fatores de pressão e impacto, e está relacionada aos objetivos de preservação e conservação do meio ambiente, considerados fundamentais à qualidade de vida das gerações atuais e em benefício das gerações futuras. Os indicadores estão divididos em temas que envolvem questões pertinentes à política ambiental, além de terem forte influência na saúde e na qualidade de vida da população (IBGE, 2017).

A dimensão social corresponde aos objetivos ligados à satisfação das necessidades humanas, a melhoria da qualidade de vida e a justiça social. Os indicadores procuram retratar o nível educacional, a distribuição da renda, as questões ligadas à equidade e às

condições de vida da população, apontando o sentido de sua evolução recente, (IBGE, 2017).

A dimensão econômica trata de questões relacionadas ao uso e esgotamento dos recursos naturais, da produção e gerenciamento de resíduos, uso de energia, e o desempenho macroeconômico e financeiro do País. É a dimensão que se ocupa da eficiência dos processos produtivos e das alterações nas estruturas de consumo orientadas a uma reprodução econômica sustentável de longo prazo.

A dimensão institucional diz respeito à orientação política, capacidade e esforço despendido por governos e pela sociedade na implementação das mudanças requeridas para uma efetiva implementação do desenvolvimento sustentável. Esta dimensão, não cabe no escopo do presente estudo, por isso não será analisada.

Na **Tabela 2** estão descritos os indicadores de sustentabilidade referentes a cada dimensão de acordo com o Marco Ordenador da ONU.

Tabela 2: Indicadores de Sustentabilidade do Marco Ordenador ONU segundo dimensões ambiental, econômica, social e institucional

Tema	Indicadores
Dimensão Ambiental	
Atmosfera	Emissões de origem antrópica dos gases associados ao efeito estufa
	Consumo Industrial de substâncias destruidoras da camada de ozônio
	Concentração de Poluentes no ar em áreas urbanas
Terra	Uso de fertilizantes
	Uso de agrotóxicos
	Terras em uso agrossilvipastoril
	Queimadas e incêndios florestais
	Desflorestamento na Amazônia legal
	Desmatamento nos biomas extra amazônicos
Água Doce	Qualidade das Água Interiores
Oceanos, mares e áreas costeiras	Balneabilidade
	População Residente em áreas costeiras
Biodiversidade	Espécies extintas e ameaçadas de extinção
	Áreas Protegidas
	Espécies Invasoras
Saneamento	Acesso a serviço de coleta de lixo doméstico
	Destinação final do lixo
	Acesso a sistema de abastecimento de água
	Acesso a esgotamento sanitário
	Tratamento de esgoto
Dimensão Social	

Tabela 2: Indicadores de Sustentabilidade do Marco Ordenador ONU segundo dimensões ambiental, econômica, social e institucional

Tema	Indicadores
População	Taxa de crescimento da população
	Taxa de fecundidade
	Razão de dependência
Trabalho e rendimento	Índice de Gini da distribuição do rendimento
	Taxa de desocupação
	Rendimento domiciliar per capita
	Rendimento médio mensal
	Mulheres em trabalhos formais
Saúde	Esperança de vida ao nascer
	Taxa de mortalidade infantil
	Prevalência de desnutrição total
	Taxa de incidência de AIDS
	Imunização contra doenças infecciosas infantis
	Oferta de serviços básicos de saúde
	Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado
Educação	Taxa de alfabetização
	Taxa de frequência escolar
	Taxa de escolaridade
Habitação	Adequação de moradia
Segurança	Coefficientes de mortalidade por homicídio e por acidentes de transporte
Dimensão Econômica	
Quadro Econômico	PIB per capita
	Taxa de investimento
	Balança Comercial
	Grau de Endividamento
Padrões de produção e consumo	Consumo de Energia per capita
	Intensidade energética
	Participação de fontes renováveis na oferta de energia
	Consumo mineral per capita
	Vida útil das reservas minerais
	Reciclagem
	Coleta seletiva de lixo
Rejeitos Radioativos: geração e armazenamento	
Dimensão Institucional	
Quadro Institucional	Ratificação de Acordos Globais
	Legislação Ambiental
	Conselhos municipais de M.A.
	Comitês de Bacias Hidrográficas
	Organizações da Sociedade Civil
	Gastos com Pesquisa e Desenvolvimento

Tabela 2: Indicadores de Sustentabilidade do Marco Ordenador ONU segundo dimensões ambiental, econômica, social e institucional

Tema	Indicadores
Capacidade Institucional	Fundo Municipal de M.A.
	Acesso aos serviços de telefonia
	Acesso à internet
	Patrimônio Cultural
	Articulações interinstitucionais dos municípios

Fonte: Adaptado de IBGE, 2018

Diante de um número grande de indicadores de sustentabilidade apresentados pelo Marco Ordenador foi preciso definir alguns princípios para seleção dos mais relevantes. Para isso buscou-se na literatura alguns princípios utilizados por autores na seleção de critérios de sustentabilidade.

No artigo *Aggregating sustainability indicators: Beyond the weighted sum* (HAWLEY et al., 2012) os autores definem 5 propriedades dos critérios de sustentabilidade que estão apresentados na **Tabela 3**.

Tabela 3: Propriedades de seleção de indicadores de sustentabilidade do artigo *Aggregating sustainability indicators: Beyond the weighted sum*

Propriedades	Descrição
Exaustiva	Contém cada dimensão importante capaz de discriminar entre as alternativas e considerada, pelo tomador de decisão, uma base suficiente para informar a decisão.
Minimalista	Pequena o suficiente em número para o analista interpretar as relações entre os critérios para o propósito de agregar, a não conter critérios redundantes ou desnecessários
Monótona	Habilitar consistência entre preferências locais e globais
Acumulativa	Tudo o mais sendo igual, é tão legítimo comparar alternativas em um subconjunto de critérios como em um único critério
Independente	Os critérios não estão funcionalmente relacionados

Fonte: Adaptado de HAWLEY et al., 2012

Já no artigo *Sustainability indicators for the assessment of eco-industrial parks: classification and criteria for selection* (VALENZUELA-VENEGAS, 2016) outras propriedades de seleção são descritas conforme **Tabela 4**.

Tabela 4: Propriedades de seleção de indicadores de sustentabilidade do artigo *Sustainability indicators for the assessment of eco-industrial parks*:

Propriedade	Descrição
Compreensão	Os indicadores devem ser de fácil compreensão
Pragmatismo	Os indicadores devem ser mensuráveis, e seus valores devem ser fácil de obter
Relevância	Os indicadores devem ser relevantes ao objetivo de desenvolvimento do estudo e estudos futuros

Tabela 4: Propriedades de seleção de indicadores de sustentabilidade do artigo Sustainability indicators for the assessment of eco-industrial parks:

Propriedade	Descrição
Sustentabilidade	Os indicadores devem representar devidamente um ou mais dimensões da sustentabilidade, permitindo comparar configurações ou progressões históricas

Fonte: Adaptado de VALENZUELA-VENEGAS, 2016

Observou-se a necessidade de definição e abordagem de alguns pontos relacionados aos critérios de sustentabilidade identificados. O objetivo é tornar a leitura mais simples e confortável ao leitor e tornar a metodologia mais facilmente aplicável. Inicialmente foram descritos os indicadores econômicos, os setores da economia brasileira e posteriormente alguns conceitos relacionados aos critérios ambientais também se tornaram relevantes.

Os indicadores econômicos (IEs) representam essencialmente dados ou informações que sinalizam o comportamento das diferentes variáveis e fenômenos componentes do sistema econômico de um país, região ou estado, (LOURENÇO; ROMERO, 2002). Quando padronizados, são de suma importância, pois permitem a comparação e avaliação coerente das economias seja de um país ou uma empresa (BARROSO, 2007)

A economia brasileira é dividida em três setores: Primário, Secundário e Terciário.

É fundamental que se conceitue o que são e que atividades fazem partes dessa classificação. O setor primário abrange a agricultura (lavoura), pecuária, caça, pesca e a extração de minerais e madeira, ou seja, todas as atividades de exploração direta dos recursos naturais de origem vegetal, animal e mineral, não implicando em uma agregação de valor via industrialização. O setor secundário compreende todas as atividades de transformação de bens e divide-se em três subsetores: a indústria da construção civil, a indústria de serviços públicos (geração e distribuição de energia elétrica, beneficiamento e distribuição de água à população, produção e distribuição de gás encanado) e a indústria manufatureira. O setor terciário se refere a todas as demais atividades econômicas que se caracterizam por não produzirem bens materiais e sim prestação serviços (ALMEIDA et al, 2012).

Produto Interno Bruto (PIB)

O PIB corresponde ao valor de mercado do fluxo de bens e serviços finais disponibilizados por uma economia em um determinado período de tempo, propiciando o acompanhamento de suas modificações estruturais e de seu curso conjuntural. No Brasil seu cálculo é feito

pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com base em metodologia recomendada pela ONU (LOURENÇO; ROMERO, 2002).

Balança Comercial

A balança comercial registra as importações e exportações realizadas por um estado ou país durante um período de tempo (FLAVIANO, 2004). A partir desse conceito, podem-se definir dois importantes indicadores econômicos que serão detalhados a seguir: exportações e importações.

Exportações são o valor das vendas e outras remessas de bens e serviços de propriedade para o exterior, realizadas por agentes econômicos residentes do país, a preços de embarque, excluindo o pagamento de fretes, seguros, impostos e taxas (LOURENÇO; ROMERO, 2002).

As exportações, além de serem responsáveis por uma parcela significativa do PIB também representam o interesse internacional em produtos e serviços brasileiros.

As importações podem ser definidas como o valor das compras e outros ingressos de mercadorias e serviços procedentes do exterior do país (LOURENÇO; ROMERO, 2002).

Efeito Estufa

Segundo o Grupo de Pesquisas de Mudanças Climáticas da UNICAMP (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINAS, 2018) os gases do efeito estufa (GEE) são gases integrantes da atmosfera, de origem natural ou antrópica, que absorvem e reemitem radiação infravermelha para a superfície da Terra e para a atmosfera, causando o efeito estufa.

Dados do *National Oceanic and Atmospheric Administration* em seu Relatório Global do Clima indicam que a média da temperatura global da superfície terrestre em março de 2018 foi 1,5°C acima da média e a 7ª mais alta desde que os dados mundiais passaram a ser registrados em 1880. A temperatura dos oceanos atingiu a 5ª posição nos recordes com 0,6°C acima das médias.

Um planeta mais quente desequilibra o sistema climático da Terra. Como consequência, o gelo dos polos derrete, há elevação do nível médio dos oceanos, ameaçando populações costeiras; tempestades se tornam mais frequentes, intensas e perigosas, assim como ondas de frio ou calor extremos; biomas como a Amazônia são ameaçados pela alteração no sistema de chuvas.

Segundo Nogaroli (2001), o dióxido de carbono é considerado o principal gás do efeito estufa de contribuição humana, seguido pelo metano.

Consumo de Água

De acordo com o estudo da Agência Nacional de Águas (2017) referente ao consumo de água na indústria brasileira, a demanda de água na indústria reflete o tipo de produto ou serviço que está sendo produzido e os processos industriais associados. A intensidade do uso da água depende de vários fatores, dentre eles, o tipo de processo e de produtos, tecnologias empregadas, boas práticas e maturidade da gestão. O estudo também observa uma nova tendência onde há preocupação com a eficiência no uso da água, especialmente daquelas que utilizam este recurso mais intensivamente.

Consumo de Energia

A Energia pode ser obtida a partir da transformação de variados recursos, que podem ter origens diversas. Como fontes não renováveis podem ser citadas fontes fósseis (petróleo e gás natural) e a energia nuclear, e como fontes renováveis a energia hidráulica, energia solar, energia eólica, biomassa, energia geotérmica e energia oceânica. (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2018).

Por conhecimento destes temas será possível entender melhor os critérios que serão mencionados no próximo capítulo da Metodologia.

4. Metodologia de Trabalho

A Metodologia foi dividida em 6 partes: a revisão bibliográfica; a definição dos critérios a serem utilizados; a aplicação dos critérios que geraram 11 Listas Iniciais com foco nos três pilares da sustentabilidade (meio ambiente, econômico e social); construção da Lista Única composta por todos os produtos encontrados nas Listas Iniciais em ordem de priorização; construção da Lista Prioritária tomando por base os produtos que fazem parte do mesmo ciclo de vida. Cada uma destas etapas está apresentada na **Figura 1**.

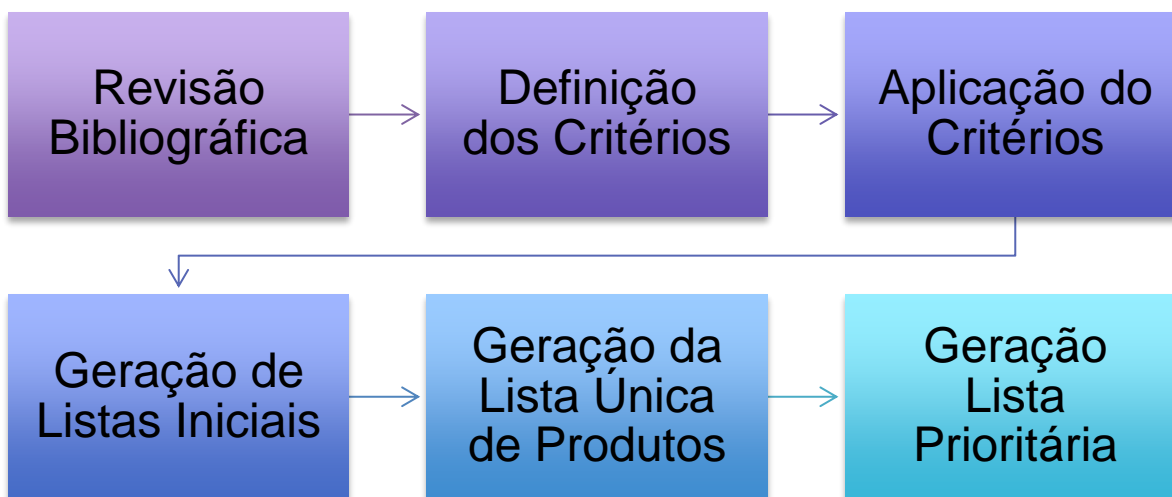


Figura 1: Fluxograma metodológico geral do estudo desenvolvido

Fonte: *Elaboração Própria*

4.1. Metodologia de Revisão Bibliográfica

O trabalho se iniciou com uma pesquisa bibliográfica que permitiu acessar referências nacionais e internacionais de trabalhos acadêmicos com o tema de Avaliação de Ciclo de Vida. A principal base de artigo utilizada foi o Portal Periódico Capes e como referências de revista podem-se citar a LALCA (nacional) e a *Journal of Cleaner Production*. O objetivo inicial além de contextualizar o tema de maneira abrangente, foi definir palavras-chave. Alguns dos temas utilizados na busca em foram: *Avaliação de Ciclo de Vida; Banco de Dados, Criação de Bancos de Dados de ACV Nacionais; ACV Brasil; e em inglês: Life Cycle Assessment, Life Cycle Inventory Database, National Life Cycle Inventory Database..*

Posteriormente, buscaram-se metodologias e critérios utilizados na criação de bancos de dados de ACV. Analisou-se a criação de bancos de dados nacionais de diversos países, incluindo as iniciativas já existentes no Brasil.

Também houve a necessidade de buscar na literatura conceituações e justificativas de critérios de elegibilidade sugeridos de forma a contextualiza-los e torna-los claros para fácil aplicação e compreensão.

4.2. Identificação dos Critérios de Sustentabilidade

Estabeleceram-se critérios relacionados à sustentabilidade para, então, definir a lista de principais produtos brasileiros a serem inventariados. Esses critérios foram pesquisados dentro dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável apresentados no Marco Ordenador da ONU (IBGE, 2018) com base no Princípio da Sustentabilidade formado pelos pilares Ambiental, Econômico e Social.

De acordo com as propriedades descritas por Venegas (2016) e Hawley (2012), a lista de critérios selecionados deve ser a mais ampla possível, mas conter um número de critérios passível de análise, além de tratar de assuntos relevantes e estudados na ACV.

Cada critério selecionado, ao final, gerou uma lista de produtos associados. Procurou-se, por isso, validar e identificar os critérios, dentre esses indicadores do Marco Ordenador, que seriam os mais relevantes e, ao mesmo tempo, que gerassem uma lista de produtos. A **Figura 2** esquematiza as etapas de identificação dos critérios de sustentabilidade elegidos neste trabalho que serão detalhadas a seguir.

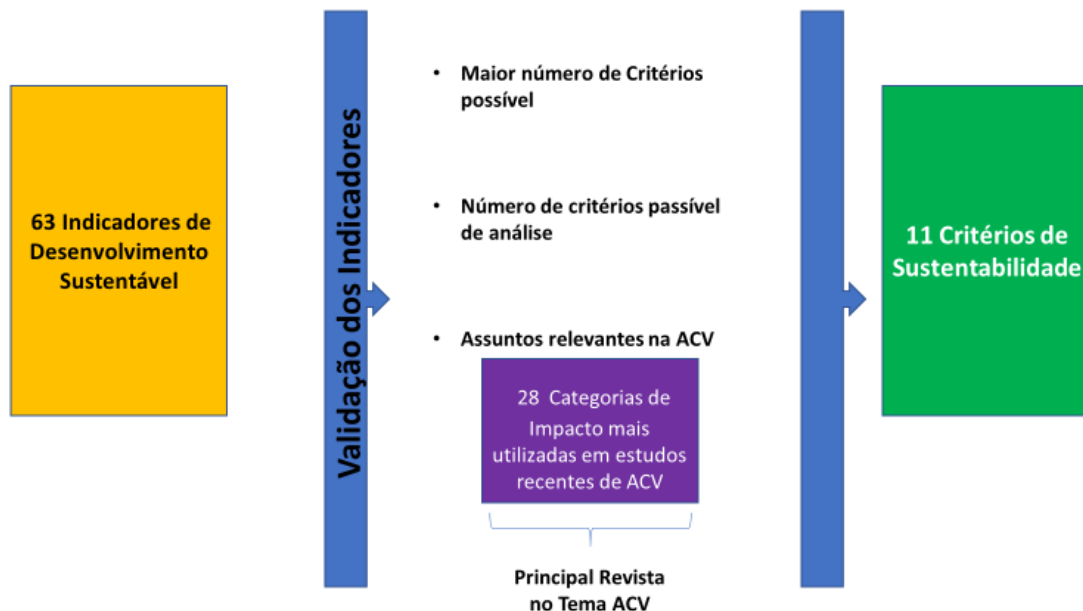


Figura 2: Etapas da identificação dos Critérios de Sustentabilidade.
Fonte: Elaboração Própria

Como forma de validação dos critérios identificados foram pesquisadas as categorias de impacto mais utilizados em artigos acadêmicos que tenham como tema a ACV. Para a definição da revista mais relevante no tema, buscou-se no portal CAPES, por relevância, em um universo de 100 artigos que contivessem a palavra-chave LCA (*life cycle assessment*). Foram então identificadas as revistas e seus fatores de impacto relativos ao ano de 2017 (JCR, *Journal Impact Factor*, 2017). A **Tabela 5** mostra o nome das revistas pesquisadas, o número de artigos que mostraram a palavra-chave LCA (dentro de um universo de 100 artigos mais relevantes), e o fator de impacto associado. O critério de escolha da revista mais relevante utilizada foi a multiplicação do número de artigos e seu fator de impacto. Foram descartados os artigos que possuíam LCA, no título, porém não se referiam a avaliação do ciclo de vida.

Tabela 5: Revistas relevantes no tema ACV e seus fatores de impacto

Título da Revista	Número de artigos	Fator de Impacto (2017)	Número de artigos x Fator de Impacto
<i>Automation in Construction</i>	1	2,919	2,919
<i>Bioenergy Research</i>	1	2,486	2,486
<i>Bioresource and Technology</i>	5	5,651	28,255
<i>Construction and Building Materials</i>	2	0,000	0,000
<i>Ecological Indicators</i>	1	3,898	3,898
<i>Ecological Modelling</i>	2	2,363	4,726
<i>Environmental Science and Technology</i>	20	6,198	123,960
<i>Industry and Engineering of Chemistry Research</i>	1	2,843	2,843
<i>International Journal of Pavement Engineering</i>	1	1,832	1,832
<i>Journal of Cleaner Production</i>	29	5,715	165,735
<i>Journal of Environmental Management</i>	6	4,010	24,060
<i>Journal of Industrial Ecology</i>	2	4,123	8,246
<i>Polish Journal of Environmental Studies</i>	1	0,793	0,793
<i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>	1	8,050	8,050
<i>Renewable Energy</i>	1	4,357	4,357
<i>Science of the Total Environment</i>	11	4,900	53,900
<i>Waste Management</i>	1	4,030	4,030
<i>Water Research</i>	2	6,942	13,884

Fonte: Elaboração Própria e THOMSON REUTERS, 2017.

Conforme apresentado na Tabela 5, se elegeu a revista *Journal of Cleaner Production* como a revista mais relevante e atual no tema ACV.

Então, buscaram-se artigos publicados nessa revista no ano de 2018 com os temas relacionados aos três pilares da sustentabilidade: *Social Life Cycle Assessment*, *Social Criterias*, *Economic Life Cycle Assessment*, *Economic Criterias*, *Life Cycle Assessment*, *Enviromental Criterias* a fim de identificar as categorias de impacto ou temas abordados mais utilizados nestes estudos.

Foram encontradas poucas referências (EULICER et al., 2018; SUBRAMANIAN, 2018; MA, 2018; PRASARA-A, 2018; SIEBERT et al., 2018) de indicadores sociais (“Social Life Cycle Assessment”) e, por essa razão, buscou-se também pela palavra-chave “Social Criterias”, considerando o ano de 2018, que permitiu a verificação de outro artigo (MONTALBÁN-RODRIGO et al., 2018). A **Tabela 6** apresenta os critérios mais encontrados nos estudos levantados no âmbito social e o número de artigos que os apresentam.

Tabela 6: Temas sociais mais apresentados em artigos de ACV com enfoque social na Revista *Journal of Cleaner Production* em 2018

Categorias/Critérios	Número de artigos em que aparecem na Revista JCP
Segurança	6
Emprego	6
Saúde	5
Remuneração Adequada	4
Herança Cultural	4
Capital Conhecido	2
Oportunidades Igualitárias	2
Participação da Comunidade	2
Economia e Desenvolvimento	1
Mobilidade	1
Carga horária de Trabalho Adequado	1

Fonte: *Elaboração Própria*

O tema “emprego” apareceu em 6 artigos em artigos no tema social. Nos IDS, no tema “Trabalho e Rendimento”, os indicadores relacionados são “Taxa de Desocupação” e “Mulheres em Trabalhos Formais”, que demonstra sua relevância no âmbito social. O critério de geração de empregos ou empregabilidade pode ser associado a uma lista de produtos. E será definido como o critério social, pois não foi possível encontrar uma lista de produtos associados a qualquer um dos outros indicadores sociais. Os temas Segurança e Saúde também apareceram em 6 artigos cada um deles, porém encontrou-se dificuldade em associá-los à um critério social.

Continuando na busca por temas ou categorias de impacto mais utilizados relacionados ao pilar ambiental em artigos revisados com a palavra-chave “ACV” referentes ao ano de 2018

(até agosto do respectivo ano), verificou-se os assuntos listados na **Tabela 7**, juntamente com o número de artigos em que apareceram na pesquisa.

Tabela 7: Temas Ambientais que mais apareceram em artigos de ACV na Revista *Journal of Cleaner Production* (JCP) em 2018

Categorias/Critérios	Número de artigos em que aparecem na Revista JCP
Aquecimento global	12
Depleção Abiótica	9
Eutrofização	8
Uso da Terra	8
Acidificação	7
Depleção da Camada de Ozônio	6
Uso de Energia	5
Toxicidade Humana	5
Ecotoxicidade	5
Formação de Material Particulado	2
Consumo de Água	2
Oxidação fotoquímica	3

Fonte: *Elaboração Própria*

O tema “Aquecimento Global” foi o que mais se repetiu nos artigos analisados (12 vezes) e também é citado no Marco Ordenador através do indicador de “Emissões de Origem Antrópica Associadas aos Gases do Efeito Estufa”. Assim, o aquecimento global foi associado à lista de produtos que mais impactam tal categoria.

Na sequência, tem-se a depleção abiótica, que é redução de recursos naturais, e a sua associação com uma listagem de produtos não foi possível ao presente estudo.

O tema Depleção da Camada de Ozônio também é recorrente como categoria de impacto ambiental nos estudos de ACV, foi encontrado em 6 artigos e possui indicador próprio no IDS. E é possível gerar uma lista de produtos associados ao tema.

Água também aparece entre os temas mais relevantes estudados em ACV e é verificada com diferentes abordagens no Marco Ordenador, por isso suas demandas serão consideradas como critérios ambientais nesse trabalho. A Energia também é primordial para a movimentação do planeta, assim também foi considerada para relaciona-la com uma lista de produtos.

O tema Eutrofização é de grande relevância, que corrobora o indicador de Uso de Fertilizantes, relacionado ao tema (WIEGAND et al., 2016) será considerado um critério ambiental.

O Uso da Terra foi um tema bastante abordado nos estudos acadêmicos, como mostra a **Tabela 7**, bastante compatível com a realidade brasileira de país predominantemente agrícola. Portanto, ele também será considerado um dos critérios ambientais a serem associados a uma lista de produtos. Frente a importância do setor agrícola brasileiro, considerou-se o Uso de Agrotóxicos, como um tema a ser relacionado com uma lista de produtos.

Ao pesquisar por “Economic Life Cycle Assessment” ou “Economic Criterias” mostrou como categoria de impacto ou critério econômico os gastos com cada etapa ou total. Tal critério não foi útil para o presente trabalho que tinha por objetivo levantar critérios econômicos que fossem capazes de levantar produtos de relevância para o país. Por isso foi preciso buscar outras fontes de consulta.

No capítulo 3 do Livro Coleção Gestão Empresarial (Lourenço e Romero, 2002) intitulado Indicadores Econômicos, os autores citam o Produto Interno Bruto (PIB), a produção industrial, o desemprego, inflação, balança comercial e dívida externa como os principais indicadores da economia de um país. Ainda citam que o PIB é considerado o indicador capaz de resumir uma economia.

Portanto, quanto aos critérios econômicos Participação no PIB e a Balança Comercial, aqui considerando tanto as importações quanto as exportações. Os 3 critérios são capazes de gerar listas de produtos associados e são de suma relevância e bem representativos à economia do país.

4.3. Identificação de Lista Inicial de produtos segundo critérios de sustentabilidade

A elegibilidade de produtos relevantes, segundo os critérios estabelecidos, deve utilizar fontes confiáveis e consistentes, principalmente nacionais. Buscou-se referências de três anos consecutivos e o mais recente que houvesse disponibilidade, considerando o ano de pesquisa 2018. Embora não tenha sido possível atender a esses critérios em todos os casos.

A seguir serão descritas detalhadamente a metodologia de aplicação de cada um dos critérios definidos, que resultaram nas Listas Iniciais de produtos.

4.3.1. Empregabilidade

O Ministério do Trabalho e Emprego possui um Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED) disponibilizados em sua página online (MTE, 2018). O número de pessoas empregadas e desempregadas por setores e subsetores das atividades econômicas por mês, gerando uma taxa que varia entre valores negativos para retração e positivos para expansão. Para o presente estudo utilizou-se os 2 subsetores (Serviços médicos, odontológicos e veterinários e Compra e administração de imóveis, valores mobiliários, serviços técnicos) 1 setor (agropecuária) com as maiores taxas de variação positiva que representam juntos saldo de geração maior que 120.000, enquanto o saldo total do país foi negativo de 20.000 empregos, o que demonstra que foram as principais áreas de geração de postos de trabalho em frente à uma economia em retração de postos de trabalho. Como os subsetores da agropecuária não estavam descritos no CAGED (MTE, 2018), foi preciso buscar mais detalhes acerca da geração de empregos dentro deste setor, ou seja, que subsetores foram responsáveis por esse crescimento.

4.3.2. Emissão de Gases do Efeito Estufa

Segundo Pissioni e Cerri (2014), o principal gás do efeito estufa é o dióxido de carbono. E, por essa razão, foram analisadas no SIDRA (IBGE, 2018) a média das emissões do dióxido de carbono, por atividades. Foram utilizados os dados referentes aos 5 anos mais recentes disponíveis na plataforma: entre 2010 e 2014.

Para a análise das atividades que mais emitiram dióxido de carbono entre 2010 e 2014 (IBGE, 2018), observou-se que a categoria de produção de energia apresentou valores discrepantes, aproximadamente 400.000 toneladas de CO₂ enquanto as emissões das demais somadas não atingem esse valor, por isso apenas esta categoria foi considerada na geração da Lista Inicial deste critério.

Por se tratar de uma categoria que representa um grupo de atividades, buscou-se na literatura quais atividades individuais ou produtos no quesito emissão de dióxido de carbono estavam associados à elas.

4.3.3. Depleção da Camada de Ozônio

O SIDRA (IBGE, 2018) disponibiliza em seu portal online os valores de emissão dos principais gases destruidores da camada de ozônio. Foram utilizados os valores referentes aos anos de 2011 a 2015.

Foi calculada a média dessas emissões para os 5 anos e os dados nos demonstram que os gases HCFC-22 e HCFC-141B representam mais de 95% das emissões totais.

A partir disso, buscou-se na literatura (Ministério do Meio Ambiente, 2018) a que tipo de uso estavam associados esses dois gases.

4.3.4. Demanda por uso de Energia

Buscou-se a matriz energética brasileira e foi possível encontrar dados referentes ao ano de 2016 (Empresa de Pesquisa Energética, 2018). A Matriz apresentou 4 fontes de maior consumo no Brasil (Petróleo e derivados, Derivados da Cana, Hidráulica e Gás natural) e analisou-se o consumo de energia, independente da fonte.

Buscou-se no Boletim de Balanço Energético Nacional 2017 (MME, 2018) dados do consumo de energia no Brasil e verificaram-se duas categorias responsáveis por mais de 60% do consumo total do ano, são elas indústria e transporte

4.3.5. Consumo de Água

Este critério tem por objetivo levantar os produtos ou serviços associados aos maiores consumos de água. Foi utilizado dois estudo da Agência Nacional de Águas (ANA) intitulados “Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – 2017” e “Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos” (Agência Nacional de Águas, 2017), que mapeiam o uso e qualidade da água e a demanda de água na indústria brasileira respectivamente. Estes estudos serviram de base para o levantamento de produtos. Para o uso na Indústria somente foi possível encontrar dados do ano de 2015. Enquanto os dados da agropecuária e abastecimento humano são referentes ao ano de 2017.

4.3.6. Uso do Solo

As informações de uso e transformação do solo no Brasil estão disponíveis no portal on line do IBGE (IBGE, 2018). Também é disponibilizado, neste site, um mapa e relatório acerca do tema.

4.3.7. Uso de Fertilizantes

Procurou-se levantar os produtos de maior consumo de fertilizantes por área. A Agroconsult juntamente com a Associação Nacional para Difusão do Uso de Adubo (ANDA) (VIEIRA, 2013) disponibilizam, em forma de apresentação dados, informações acerca da

adubação média em quilos por hectares por tipo de cultura ou atividade referentes ao ano de 2013.

4.3.8. Uso de Agrotóxicos

Para a aplicação do critério de uso de agrotóxicos, utilizaram-se os artigos Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros (PIGNATI et al., 2014) e Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde (PIGNATI et al., 2017).

4.3.9. Participação no PIB

Para a aplicação do critério de participação no PIB, primeiramente foi levantada a participação de cada um dos três setores econômicos no PIB brasileiro anualmente entre os anos 2012 e 2016. Estes dados foram retirados da página online do Banco Mundial (BANCO MUNDIAL, 2018).

O setor terciário foi o que apresentou maior relevância em relação a contribuição ao PIB, por isso buscaram-se os serviços mais relevantes para a economia do país.

4.3.10. Exportação

O Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MICES, 2018) disponibiliza publicamente em seu portal online a série histórica de Produtos Exportados.

Para o estudo em questão, foram utilizados os dados em US\$ (FOB) para ranquear os produtos e eleger os produtos mais exportados pelo Brasil no período entre 2013 e 2017.

4.3.11. Importações

Diferentemente das exportações, o Portal do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços não disponibiliza de forma simples e concisa os dados relativos às importações de produtos numa série histórica.

Somente é possível ter acesso, através do Comex Vis (MICES, 2018), que disponibiliza os dados de importação de forma interativa, mas além de conter dados apenas do ano corrente e do ano anterior, somente é possível consultar os dados produto a produto selecionando-os numa lista suspensa.

Cada critério aplicado gerou uma lista de produtos, que foram chamadas de Listas Iniciais. Foram geradas 11 Listas Iniciais, cada uma contendo entre 2 e 19 produtos: 1 lista com produtos proveniente dos critérios sociais, 7 provenientes dos critérios ambientais e 3 provenientes dos critérios econômicos.

4.4. Identificação da Lista Única de Produtos

Inicialmente foi necessário analisar as 11 Listas Iniciais conjuntamente. E para isso, as nomenclaturas dos termos foram padronizadas e em alguns casos os produtos foram agregados, conforme **Tabela 8**.

Tabela 8: Nomenclaturas padronizadas obtidas a partir das listas iniciais de produtos segundo critérios sociais, ambientais e econômicos

Produtos Agregados	Nomenclatura	Observações
Açúcar	Açúcar	-
Açúcar Bruto		
Algodão	Algodão	-
Algodão Herbáceo		
Arroz	Arroz	-
Arroz em casca		
Automóveis	Automóveis	-
Automóveis de passageiros		
Café	Café	-
Café Cru em Grão		
Cana	Cana-de Açúcar	-
Cana-de Açúcar		
Carne Bovina	Carne Bovina	-
Carne de Boi "in natura"		
Citrus	Cítricos	Citrus é a planta que gera frutas cítricas
Cítricos		
Soja	Soja	-
Farelo de Soja		
Soja em grão		
Soja Mesmo Triturada		
Trigo	Trigo	-
Trigo em Grão		
Óleos Brutos de Petróleo	Petróleo	-
Petróleo e seus derivados		
Papel e Celulose	Celulose	Como apenas o produto celulose se repetiu e considerando que a matéria-prima do papel é a celulose, adotou-se esta nomenclatura
Celulose		
Ferro-gusa e Aço	Aço	

Tabela 8: Nomenclaturas padronizadas obtidas a partir das listas iniciais de produtos segundo critérios sociais, ambientais e econômicos

Produtos Agregados	Nomenclatura	Observações
Aço		Como apenas o Aço se repetiu adotou-se esta nomenclatura
Pastagem	Gado	Utilizou-se o mesmo princípio da aplicação do critério de Uso do Solo em que as pastagens estão diretamente ligadas à atividade de gado
Gado		
Partes e peças para veículos automóveis e tratores	Materiais de transportes	-
Demais materiais de transportes		

Fonte: Elaboração Própria

O objetivo de padronizar a nomenclatura e agregar produtos foi gerar uma Lista Única contendo todos os produtos que apareceram nas Listas Iniciais em ordem de prioridade.

Afim de priorizar esta lista, para cada produto foram associadas suas colocações nos rankings das Listas Iniciais. Cada colocação no ranking das Listas Iniciais recebeu uma pontuação, de forma que as primeiras posições receberam um maior peso que as últimas. Como a amplitude máxima das Listas Iniciais é de 19 produtos, portanto 19 colocações no ranking, atribuiu-se uma escala variando entre 1 e 19 para cada uma das colocações do ranking conforme descrito na **Tabela 9**.

Tabela 9: Pontuações atribuídas às colocações no ranking para a Lista Única

Ranking nas Listas Iniciais	Pontuação a ser considerada segundo ranking
1º	19
2º	18
3º	17
4º	16
5º	15
6º	14
7º	13
8º	12
9º	11
10º	10
11º	9
12º	8
13º	7
14º	6
15º	5
16º	4
17º	3

Tabela 9: Pontuações atribuídas às colocações no ranking para a Lista Única

Ranking nas Listas Iniciais	Pontuação a ser considerada segundo ranking
18º	2
19º	1

Fonte: Elaboração Própria

Foram somadas as pontuações para cada produto em cada Lista Inicial, chegando a uma pontuação total. Esta Pontuação Total ordenou os produtos, sendo o de maior pontuação o 1º lugar do ranking e os de menor pontuação na base do ranking, gerando a Lista Única.

A Lista Única é composta por 35 posições de ranking e 55 produtos. Em alguns casos dois ou mais produtos obtiveram a mesma Pontuação Total sendo considerados então de igual relevância.

4.5. Identificação da Lista Prioritária

Em uma segunda etapa, criou-se uma nova lista, denominada Lista Prioritária. Buscaram-se dentre os 55 produtos da Lista Única quais deles faziam parte do mesmo ciclo de vida. Para assim identificar oportunidades de agrupá-los. Dessa forma foram considerados prioritários por envolverem mais de um produto e representarem uma oportunidade de participação num maior número de estudos de ACV. Isso representa uma economia de tempo e trabalho em relação ao desenvolvimento deste tipo de estudos.

5. Resultados e Discussões

Neste capítulo são mostrados os resultados do uso da metodologia de aplicação dos critérios e o de cruzamento das Listas Iniciais para a geração das três Listas Únicas, utilizando abordagens distintas. Os resultados de cada etapa deste processo são descritos em ordem de execução das etapas desenvolvidas.

5.1. Critérios de Sustentabilidade

Foram levantados 11 critérios, sendo 7 deles classificados como ambientais, 3 econômicos e 1 social, conforme Tabela 8. Nesta mesma tabela também estão apresentados os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável e as categorias de impacto mais estudadas associadas à cada critério elegido.

Tabela 10: Critérios de sustentabilidade para levantamento de produtos relevantes para o país relacionados aos IDS e às categorias de impacto associados.

Critério	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável associados	Categoria de Impacto associados
Pilar Social		
Empregabilidade	Taxa de Desocupação	Emprego
	Mulheres em Trabalhos Formais	
Pilar Ambiental		
Emissão de Gases do Efeito Estufa	Emissões de origem antrópica dos gases associados ao efeito estufa	Aquecimento Global
Depleção da Camada de Ozônio	Consumo Industrial de substâncias destruidoras da Camada de Ozônio	Depleção da Camada de Ozônio
Demanda de Uso por Energia Elétrica	Consumo de Energia per capita	Uso de Energia
	Participação de fontes renováveis na oferta de energia	
Demanda de Uso por Água	Qualidade das Águas Interiores	Consumo de Água
	Balneabilidade	
Uso da Terra	Terras em uso agrossilvopastoril	Uso da Terra
Uso de Fertilizantes	Uso de Fertilizantes	Eutrofização
Uso de Agrotóxicos	Uso de Agrotóxicos	Toxicidade Humana
Pilar Econômico		
Participação no PIB	PIB per capita	Produto Interno Bruto
Exportações	Balança Comercial	Balança Comercial
Importações	Balança Comercial	Balança Comercial

Fonte: Elaboração Própria

5.2. Listas Iniciais

Neste item são apresentados os resultados da aplicação da metodologia apresentada para a geração das Listas Iniciais.

5.2.1. Critérios Sociais

Empregabilidade

De acordo com o CAGED (MTE, 2017), foi obtida a lista de setores e subsetores responsáveis pelas maiores gerações de emprego no Brasil que está apresentada na **Tabela 11**.

Tabela 11: Listagem de setores e subsetores com maior saldo de geração de emprego no Brasil em 2017

Setores/Subsetores	Total de Admissões	Total de Desligamentos	Saldo
Serviços médicos, odontológicos e veterinários	536459	487267	49192
Compra e administração de imóveis, valores mobiliários, serviços técnico	2122839	2085268	37571
Agropecuária	993820	956816	37004

Fonte: CAGED - MTE, 2017

Como a listagem apresentou o setor da Agropecuária como o 3º maior saldo de geração de empregos em 2017 no Brasil foi preciso desmembrá-lo. De acordo com o CAGED (MTE, 2017) os cargos da agropecuária que mais geraram postos de trabalho entre Janeiro e Junho de 2017 estão descritos na **Tabela 12**.

Tabela 12: Contratados por cargo na agropecuária em 2017

Cargo	Número de Contratados
Trabalhador da Cultura do Café	27.600
Trabalhador Volante da Agricultura	27.500
Trabalhador no Cultivo de Árvores Frutíferas	20.200
Trabalhador Agropecuário em Geral	14.600
Tratorista Agrícola	13.400

Fonte: CAGED, MTE, 2017.

Foi possível encontrar apenas os 5 cargos (Trabalhador da Cultura do Café, Trabalhador Volante de Agricultura, Trabalhador no Cultivo de Árvores Frutíferas, Trabalhador Agropecuário em Geral, Tratorista Agrícola) dentro do setor que mais contrataram nos primeiros 6 meses do ano de 2017. Observando a Tabela 11 apenas o cargo de Trabalhador da Cultura do Café, responsável pela maior contratação do setor no período, pode ser

diretamente associado à um único produto, neste caso o Café. Vale ressaltar que as frutas não serão consideradas por representarem um grupo de produtos de difícil detalhamento em relação à empregabilidade para cada um deles.

Com isso, foi possível gerar a Lista Inicial do critério de Empregabilidade contendo 3 produtos conforme **Tabela 13**.

Tabela 13: Lista Inicial - Critério Empregabilidade com setores que mais empregam

Ranking	Produto
1º	Serviços médicos, odontológicos e veterinários
2º	Compra e administração de imóveis, valores mobiliários, serviços técnicos
3º	Café

Fonte: Adaptado de CAGED – MTE, 2017

5.2.2. Critérios Ambientais

Emissão de Gases do Efeito Estufa

Na **Figura 3** são apresentadas as médias de emissão do dióxido de carbono em gigagramas no período entre 2010 e 2014 para categorias de atividades (IBGE, 2018).

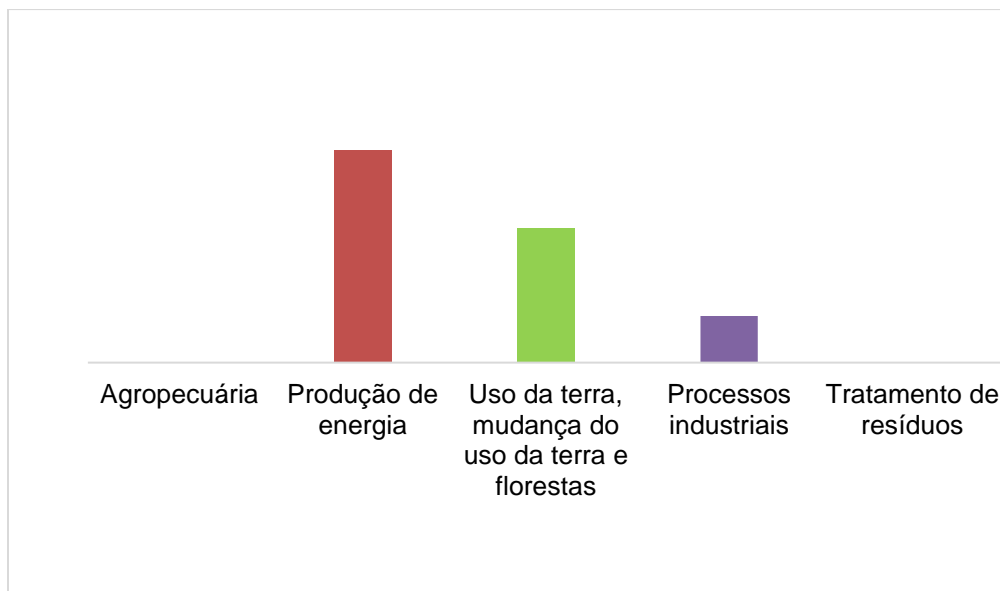


Figura 3: Média de Emissão de Dióxido de Carbono por Atividade

Fonte: Adaptado de IBGE, 2018

As categorias Agropecuária e Tratamento de resíduos apresentaram valores baixos em relação ao restante das categorias, por isso no gráfico suas barras são inexpressivas. É possível observar que a Produção de Energia representa quase 60% na média das emissões totais e, portanto, os produtos de maiores emissões de dióxido de carbono estão dentro desta categoria que estão mostrados na **Tabela 14**.

Tabela 14: Lista Inicial - Critério Emissão de Gases do Efeito Estufa

Ranking	Produto
1º	Petróleo e derivados
2º	Gás Natural
3º	Carvão mineral e derivados

Fonte: Adaptado de SANQUETTA et al., 2017

Depleção da Camada de Ozônio

De acordo com os dados do SIDRA (IBGE, 2018), pode-se obter a média de emissão por tipo de gás contribuinte da depleção da Camada de Ozônio entre os anos de 2011 e 2015 de acordo com a **Tabela 15**.

Tabela 15: Emissões de Substâncias contribuintes da depleção da Camada de Ozônio

Substância	2011	2012	2013	2014	2015	Média
HCFC - 22 – hidroclorofluorcarbono	628	936	784	788	702	767
HCFC - 141B - hidroclorofluorcarbono	408	443	400	371	315	387
Brometo de metila	51	45	54	73	57	56
HCFC - 124 – hidroclorofluorcarbono	5	5	4	3	5	4
HCFC - 142B - hidroclorofluorcarbono	5	1	1	4	4	3
HCFC - 123 – hidroclorofluorcarbono	1	3	0	0	0	1

Fonte: Adaptado de IBGE, 2018

Os gases HCFC-22 e HCFC-141B são responsáveis por mais de 95% do total da média de emissões do período. Por isso buscaram-se atividades ou produtos aos quais estivessem relacionados. De acordo com o portal online do Protocolo de Montreal (BRASIL, 2018), estes dois gases são utilizados principalmente como fluidos refrigerantes em aparelhos de ar condicionado e geladeiras.

De acordo com dados de 2015 do IBGE (IBGE², 2018), quase 98% dos domicílios permanentes declararam possuir ao menos 1 geladeira. Por isso, a Lista Inicial para o critério de Depleção da Camada de Ozônio foi liderada por este produto, seguido do ar condicionado, conforme **Tabela 16**.

Tabela 16: Lista Inicial - Critério Depleção da Camada de Ozônio

Ranking	Produtos
1º	Geladeira
2º	Aparelho de ar-condicionado

Fonte: Adaptado de IBGE, 2018; IBGE², 2018; BRASIL, 2018

Demanda por consumo de Energia

De acordo com dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2018), a matriz energética brasileira para o ano de 2016 se apresenta conforme **Figura 4**.

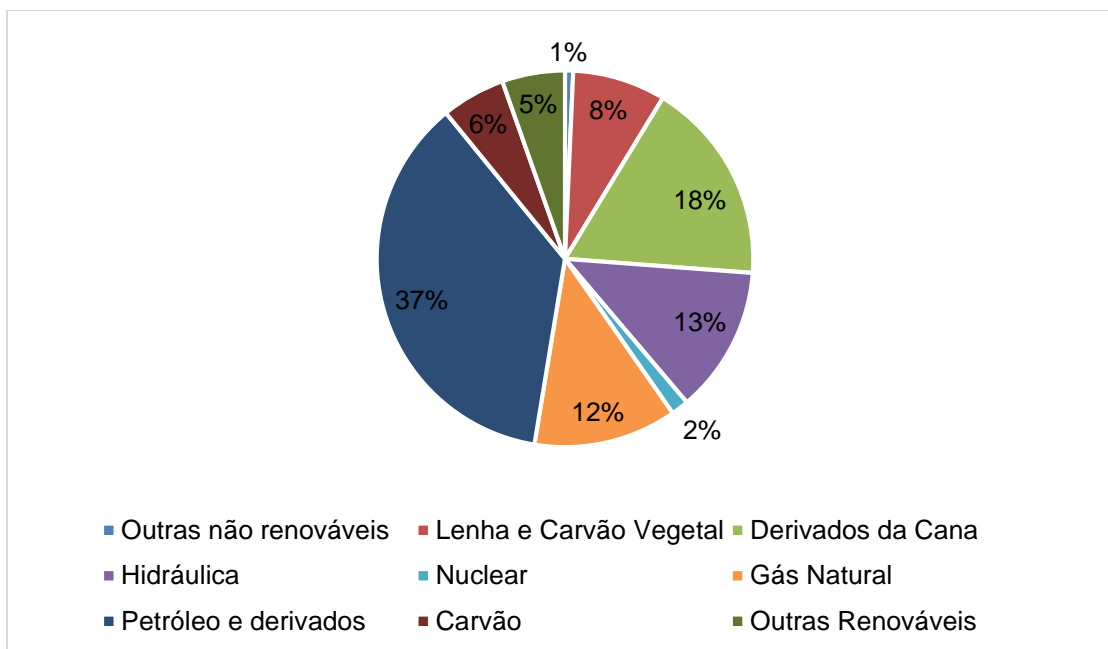


Figura 4: Matriz Energética Brasil 2016 (EPE, 2018)

Das fontes observadas na **Figura 4**, verifica-se que o Petróleo e derivados, Derivados da Cana, Hidráulica e Gás natural são as principais fontes energéticas no país.

Posteriormente, analisaram-se os dados de demanda de consumo de energia por setores referentes ao ano de 2016 disponibilizados no Boletim de Energia (MME, 2017), conforme apresentado na **Tabela 17**.

Tabela 17: Demanda de Consumo de Energia por Setor da Economia

Setor	Demanda de Consumo de Energia (%)
Indústrias	33
Transportes	32
Residencial	10
Setor Energético	9
Agropecuária	4
Serviços	5
Uso não energético	6

Fonte: EPE, 2018

Dois dos setores somados representam mais de 60% da demanda por consumo de energia no período, por isso buscaram-se por mais informações acerca destes dois setores.

No Plano Decenal de Expansão da Energia 2026 (EPE, 2017), estudo da EPE que faz previsões de demanda de consumo de energia, foi possível buscar os dados de demanda

de consumo de energia referentes ao ano base (2016) acerca dos subsetores da indústria e do transporte. Dados estes que estão apresentados nas **Tabela 18** e **Tabela 19**.

Tabela 18: Demanda de Consumo de Energia por subsetor Industrial

Subsetores Industriais	Demanda de Consumo de Energia (%)
Alimentos e bebidas	28
Ferro-gusa e Aço	17
Papel e Celulose	15
Outros	9
Química	7
Não Ferrosos	7
Cerâmica	6
Mineração e Pelotização	4
Ferro-ligas	1
Têxtil	1

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia (EPE, 2017)

Tabela 19: Demanda de Energia por Modal de Transporte (EPE, 2017)

Modos	Demanda por Energia (%)
Rodoviário	91
Ferrovário	3
Aquaviário	4
Aéreo	1

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia (EPE, 2017)

A análise direta da **Tabela 18** permitiu o levantamento dos 3 primeiros subsetores industriais com maior demanda de consumo de energia por se tratarem de 60% do consumo total. Porém, não foi possível associar o subsetor de Alimentos e Bebidas a um único produto, portanto foi desconsiderado. Já na análise da **Tabela 19**, ficou evidente que o modal rodoviário demanda uma quantidade muito maior de energia que os demais modais. Com isso a Lista Inicial do critério de Demanda por Energia é apresentada na **Tabela 18** contendo 3 produtos, sendo os de origem industrial acima do de transportes por fazerem parte do setor industrial que apresentou maior demanda de consumo por energia conforme **Tabela 20**.

Tabela 20: Lista Inicial - Critério Demanda de Uso por Energia

Ranking	Produtos
1º	Ferro-gusa e Aço
2º	Papel e Celulose
3º	Transporte Rodoviário

Fonte: Elaboração Própria

Consumo de Água

De acordo com o Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos 2017 (ANA¹, 2017) foi possível identificar as principais demandas por uso da água no Brasil para o ano de 2017 conforme a **Figura 5**.

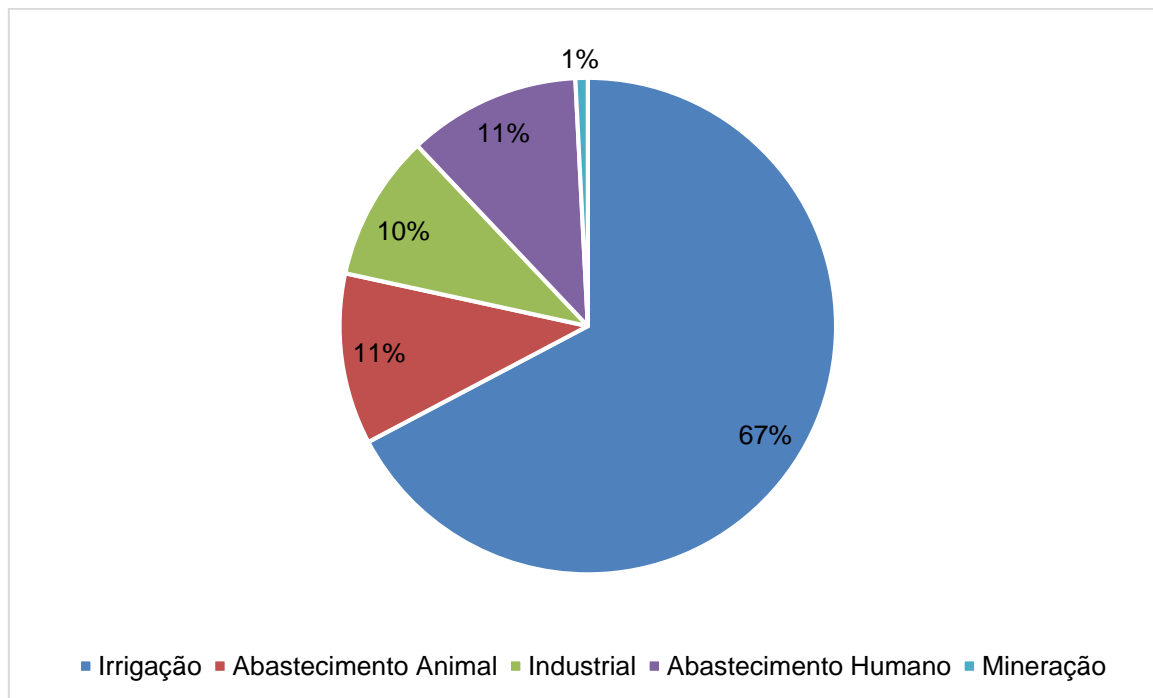


Figura 5: Demanda por consumo de água no Brasil no ano de 2017

Fonte: Adaptado do Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos 2017 (ANA¹, 2017)

Foi possível observar que a Irrigação é responsável por mais de 60% do consumo de água no Brasil. Seguido do Abastecimento Humano, Animal e a Indústria. Portanto, foi preciso buscar quais culturas possuem a maior necessidade de água, dados estes disponibilizados no artigo *Água e Uso pela Agropecuária: neomalthusianismo hídrico* (FILHO et al., 2015) de acordo com a **Tabela 21**:

Tabela 21: Culturas agrícolas e Necessidade de Água

Cultura	Necessidade de água (m ³ /ton)
Amendoim	2.469
Soja	2.037
Trigo	1.277
Milho	1.213
Arroz	1.146

Fonte: Adaptado de FILHO et al., 2015

Observou-se nessas 5 culturas agrícolas apresentadas na **Tabela 21** uma necessidade de irrigação 2 ou mais vezes superior às necessidades das demais culturas apresentadas no artigo.

O Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos (ANA¹, 2017) também define que a maior demanda de consumo por água no Abastecimento Animal é na criação de bovinos, representou cerca de 88% no ano de 2017.

Conforme dados do Relatório Água na Indústria: Uso e Coeficientes técnicos (ANA², 2017), foi possível gerar a **Tabela 22** contendo as atividades industriais que consumiram a maior vazão de água no ano de 2015. Listou-se 5 atividades de maior consumo.

Tabela 22: Atividades de Maior Consumo de Água na Indústria

Atividade	Vazão de Consumo (m³/s)	Produto associado
Fabricação e refino de açúcar	55	Açúcar
Fabricação de biocombustíveis	26	Biocombustíveis
Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	3	Celulose
Abate e fabricação de produtos de carne	2	Carne Bovina
Siderurgia	2	Aço

Fonte: Adaptado de ANA², 2017

Por se tratarem de atividades, foi preciso associar cada uma delas a um produto por ordem de consumo, conforme apresentado na **Tabela 22**.

Por fim, foi possível gerar a Lista Inicial (**Tabela 24**) para o critério de Uso da Água, no qual os produtos associados à Irrigação são os primeiros da lista, seguidos do produto levantado para o Abastecimento Animal, Humano e dos produtos de maior consumo da Indústria. O Abastecimento Humano foi assumido como produto fim.

Tabela 23: Lista Inicial - Critério Uso da Água

Ranking	Produto
1º	Amendoim
2º	Soja
3º	Trigo
4º	Milho
5º	Arroz
6º	Gado
7º	Abastecimento de Água
8º	Açúcar

Ranking	Produto
9º	Biocombustíveis
10º	Celulose
11º	Carne Bovina
12º	Aço

Fonte: Elaboração Própria

Uso do Solo

Baseado nos gráficos disponíveis na seção de Uso e Transformações do Solo do portal do IBGE (IBGE², 2018) referentes ao ano de 2014 juntamente com as classificações de atividade do Relatório Monitoramento e Cobertura do Uso da Terra do Brasil (IBGE, 2017) foi possível classificar as atividades presentes nos tipos de Uso do Solo de maior presença no Brasil. Estes dados estão apresentados na **Tabela 24**.

Tabela 24: Usos do Solo e suas atividades associadas

Maior Área	Uso do Solo	Atividade
1º	Vegetação Florestal	-
2º	Pastagem Natural	Pecuária
3º	Pastagem com Manejo	Pecuária
4º	Mosaico de Área Agrícola com remanescentes florestais	Agricultura e Pecuária
5º	Área Agrícola	Agricultura
6º	Mosaico de vegetação florestal com atividade agrícola	Agricultura e Pecuária
7º	Mosaico de Área Agrícola com remanescentes campestres	Agricultura e Pecuária

Fonte: IBGE, 2018 e IBGE, 2017

Analisando a **Tabela 24** foi possível observar duas atividades predominantes nos principais usos de solo no Brasil: pecuária e agricultura. Considerando que a atividade de pecuária apareceu em mais tipos de uso e também nos tipos de uso com maior área como a Pastagem Natural e Pastagem com Manejo, optou-se por assumir a pecuária como principal produto associado ao uso de solo e analisar dentro da agricultura quais culturas ocupam a maior área no Brasil. Através do Censo agropecuário de 2017 disponibilizado pelo IBGE

(IBGE, 2018), foi possível verificar as culturas e suas áreas colhida em hectares conforme a **Tabela 25**.

Tabela 25: Área Colhida em Hectares por tipo de Cultura para o ano de 2017 (IBGE³,2018) e Lista Inicial - Critério Uso do Solo

Cultura	Área Colhida	Cultura associada – lista inicial	Ranking
Soja em grão	30.469.918	Pecuária	1º
Milho em grão	16.381.799	Soja em grão	2º
Cana-de-açúcar	9.122.607	Milho	3º
Trigo em grão	1.780.102	Cana-de-açúcar	4º
Arroz em casca	1.772.147	Feijão	5º
Milho forrageiro	1.543.044	Trigo em grão	6º
Feijão fradinho em grão	999.920	Arroz em casca	7º
Mandioca (aipim, macaxeira)	943.323	Mandioca	8º
Algodão herbáceo	909.829	Algodão herbáceo	9º
Feijão de cor em grão	796.103		

Considerando as culturas que ocuparam mais de 95% do uso agrícola da terra em 2017 foram apresentados os 10 produtos na **Tabela 25**. Para gerar a Lista Inicial inclui-se a pecuária como principal produto do critério de Uso do Solo seguido das culturas agrícolas de maior área e uniu-se as duas categorias de milho e de feijão de forma a facilitar a análise. Observou-se que as categorias de feijão somadas ultrapassam a área em hectares do trigo, assumindo assim a 5ª posição no ranking.

Uso de Fertilizantes

A partir dos dados de adubação média em kg/ha por produto (Agroconsult e ANDA, 2018) referentes ao ano de 2013 foi possível observar os produtos com maior uso de fertilizantes, obtendo-se a **Tabela 26**.

Tabela 26: Uso de fertilizante por cultura

Produtos	Adubação Média (kg/ha)
Batata	2734
Vegetais	1236
Algodão	1166
Fumo	993
Café	751
Milho	404
Soja	392
Citrus	389
Cana	368

Tabela 26: Uso de fertilizante por cultura

Produtos	Adubação Média (kg/ha)
Frutas	313
Milho Safrinha	281
Arroz	276
Trigo	276
Sorgo	223
Pastagem	203
Feijão	174
Reflorestamento	137

Fonte: ANDA,2018

Observando a **Tabela 26**, dois produtos representam uma classe muito abrangente que não foi possível ser detalhada em seus produtos específicos: Vegetais e Frutas. A nível de interpretação, verifica-se que duas categorias de milho recebem em média quantidades diferentes de fertilizante, tornando o cenário mais crítico (maior uso de fertilizantes), a categoria milho foi considerada como a que usualmente utiliza uma maior quantidade de fertilizantes. Com isso a Lista Inicial do Critério de Uso de Fertilizantes apresentou 14 produtos conforme mostra a **Tabela 27**.

Tabela 27: Lista Inicial - Critério Uso de Fertilizantes

Ranking	Produtos
1º	Batata
2º	Algodão
3º	Fumo
4º	Café
5º	Milho
6º	Soja
7º	Citrus
8º	Cana
9º	Arroz
10º	Trigo
11º	Sorgo
12º	Pastagem
13º	Feijão
14º	Reflorestamento

Uso de Agrotóxicos

De acordo com os dados disponibilizados em estudo acadêmico (PIGNATI, 2013), referenciado na metodologia, foi possível identificar os produtos com maiores médias de uso de agrotóxicos por hectare referentes ao ano de 2013. Estes dados disponíveis na

Tabela 28 foram capazes de gerar a Lista Inicial do critério Uso de Agrotóxicos com 19 produtos.

Tabela 28: Uso de Agrotóxicos em litros por hectare por produto e Lista Inicial - Critério Uso de Agrotóxicos

Produto	Média de uso de agrotóxico (litros/hectares)	Ranking
Fumo	60	1º
Algodão	28,6	2º
Cítricos	23	3º
Tomate	20	4º
Soja	17,7	5º
Uva	12	6º
Trigo	10	7º
Arroz	10	8º
Café	10	9º
Banana	10	10º
Mamão	10	11º
Milho	7,4	12º
Girassol	7,4	13º
Feijão	5	14º
Cana-de-Açúcar	4,8	15º
Melancia	3	16º
Abacaxi	3	17º
Manga	3	18º
Melão	3	19º

5.2.3. Critérios Econômicos

Participação no PIB

De acordo com os dados do Banco Mundial referentes aos anos de 2012 a 2016 (BANCO MUNDIAL, 2018), é apresentada a participação no PIB por setores da economia conforme **Figura 6**. O setor primário se refere extração ou produção de matéria-prima, o secundário à transformação de matérias-primas em bens e o terciário aos serviços.

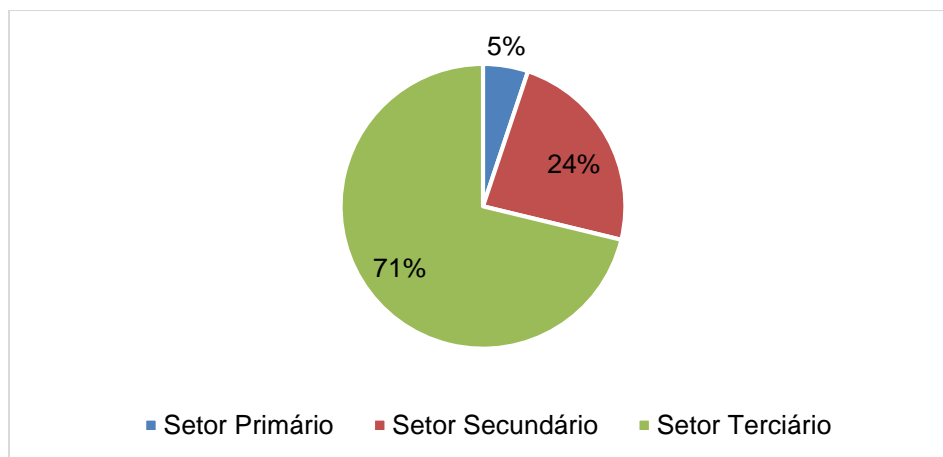


Figura 6: Distribuição da participação média no PIB por setores

Claramente o Setor Terciário é responsável pela maior parcela de contribuição do PIB no período. Por isso buscou-se na Pesquisa Anual de Serviços (IBGE, 2018) as categorias, do setor, que seriam responsáveis pelas maiores contribuições ao PIB. Foi possível encontrar 7 categorias de serviços referentes aos anos de 2011 a 2013 (**Figura 8**), cuja ordem de importância na geração do PIB está apresentada na **Tabela 29** (PAS - IBGE,2018).

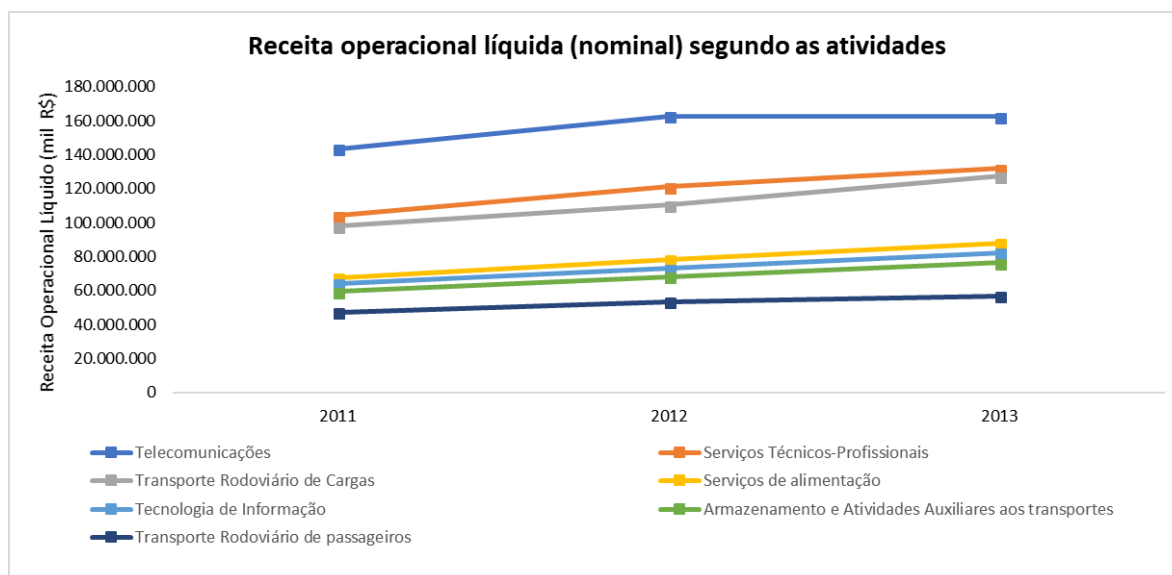


Figura 7: Categoria de Atividades de Maior Receita para o Brasil entre 2011 e 2013

Fonte: PAS (IBGE, 2018)

Tabela 29: Principais Serviços contribuintes do PIB brasileiro entre 2011 e 2013 (PAS - IBGE,2018)

Ranking	Atividades de serviços
1º	Telecomunicações
2º	Serviços Técnicos-Profissionais
3º	Transporte Rodoviário de Cargas

Tabela 29: Principais Serviços contribuintes do PIB brasileiro entre 2011 e 2013 (PAS - IBGE,2018)

Ranking	Atividades de serviços
4º	Serviços de alimentação
5º	Tecnologia de Informação
6º	Armazenamento e Atividades Auxiliares aos transportes
7º	Transporte Rodoviário de passageiros

A **Tabela 29** apresenta setores muito abrangentes de serviços como o de alimentação e técnico-profissionais, setores estes que não permitem associa-los a produtos. Porém, verifica-se a presença de dois setores que podem ser agregados, são eles Telecomunicações e Tecnologia de Informação. Entende-se que a tecnologia da informação é responsável por processar os dados e as redes de telecomunicações, funcionam como elo de ligação. Portanto, assumiu-se as duas categorias de produto como uma só, e ambas assumiram conjuntamente a posição de principal produto contribuinte do PIB brasileiro.

Além disso, 3 dos serviços apresentados tratam do setor de Transportes, sendo 2 deles do modal rodoviário, portanto, o serviço de transporte rodoviário, incluindo aqui cargas e passageiros, foi eleito o 2º produto mais contribuinte do PIB. Por isso, a Lista Inicial para o Critério de Contribuição no PIB será composta por 2 produtos conforme **Tabela 30**.

Tabela 30: Lista Inicial - Critério Participação no PIB

Ranking	Produtos
1º	Telecomunicações e T.I.
2º	Transporte Rodoviário

5.2.4. Exportações

A partir dos dados disponíveis no portal do MICES (MICES, 2018), foi possível calcular a média de exportação dos produtos responsáveis por 60% de todas as exportações brasileiras no período de 2013 a 2017, conforme **Tabela 31**.

Tabela 31: Média das exportações por produto em US\$ (FOB)

Produto	Média Exportação entre 2013 e 2017 (US\$ FOB)
Soja Mesmo Triturada	22.424.462.384
Minérios de Ferro	20.975.044.089
Óleos Brutos de Petróleo	13.558.689.882
Demais produtos	12.664.310.339
Açúcar Bruto	7.967.843.959
Carne de Frango "In Natura"	6.500.301.039

Tabela 31: Média das exportações por produto em US\$ (FOB)

Produto	Média Exportação entre 2013 e 2017 (US\$ FOB)
Farelo de Soja	5.955.008.519
Celulose	5.594.251.758
Café Cru em Grão	5.124.370.772
Carne de Boi "In Natura"	5.046.347.773
Automóveis	4.677.501.076
Aviões	3.853.676.529
Plásticos e suas obras	3.557.747.525
Demais Materiais de transportes	3.461.957.330
Produtos Químicos Inorgânicos	3.339.059.325
Óleos Combustíveis para consumo de bordo	3.276.855.930
Produtos Semimanufaturados de ferro ou aço	3.155.818.615

Fonte: MICES, 2018

Observando a **Tabela 32**, a quarta posição no ranking de exportações está ocupada por uma classe muito abrangente que não foi possível ser detalhada. Portanto, a Lista Inicial do critério de Exportações contará com 16 produtos de acordo com a **Tabela 32**.

Tabela 32: Lista Inicial - Critério Exportações

Ranking	Produto
1º	Soja Mesmo Triturada
2º	Minérios de Ferro
3º	Óleos Brutos de Petróleo
4º	Açúcar Bruto
5º	Carne de Frango "In Natura"
6º	Farelo de Soja
7º	Celulose
8º	Café Cru em Grão
9º	Carne de Boi "In Natura"
10º	Automóveis
11º	Aviões
12º	Plásticos e suas obras
13º	Demais Materiais de transportes
14º	Produtos Químicos Inorgânicos
15º	Óleos Combustíveis para consumo de bordo
16º	Produtos Semimanufaturados de ferro ou aço

5.2.5. Importações

De acordo com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços e os dados disponíveis no Comex Vis (MICES, 2018), foi possível analisar as importações em US\$ (FOB)

referentes ao ano de 2017. Na **Tabela 33** estão apresentados os 10 produtos mais importados e os valores em U\$ (FOB) referente a cada um.

Tabela 33: Valores de Importação em U\$ (FOB) e Lista Inicial - Critério Importações

Produto	Importações em U\$ FOB
Demais produtos manufaturados	9.058.440.000
Medicamentos para medicina humana e veterinária	6.115.640.000
Óleo combustíveis	5.647.590.000
Partes e Peças para veículos automóveis e tratores	5.449.560.000
Circuitos Integrados e microconjuntos eletrônicos	4.158.770.000
Naftas	3.725.130.000
Hulhas, mesmo em pó, mas não aglomeradas	3.393.190.000
Óleos brutos de Petróleo	2.966.950.000
Automóveis de passageiros	2.956.680.000
Compostos Heterocíclicos, seus sais e sulfonamidas	2.842.340.000

A primeira posição no ranking de importações na **Tabela 33** está ocupada por uma classe muito abrangente , não sendo possível detalhá-la em produtos individualizados. Portanto, a Lista Inicial do critério de Importação contará com 9 produtos de acordo com a **Tabela 34**.

Tabela 34: Lista Inicial - Critério de Importação

Ranking	Produto
1º	Medicamentos para medicina humana e veterinária
2º	Óleos combustíveis
3º	Partes e Peças para veículos automóveis e tratores
4º	Circuitos Integrados e microconjuntos eletrônicos
5º	Naftas
6º	Hulhas, mesmo em pó, mas não aglomeradas
7º	Óleos brutos de Petróleo
8º	Automóveis de passageiros
9º	Compostos Heterocíclicos, seus sais e sulfonamidas

5.3. Lista Única

Após a padronização das nomenclaturas e agregação dos produtos, foi possível a aplicação da metodologia descrita para geração da Lista Única, atribuindo-se pontuações para cada

colocação no ranking das Listas Inicia. Este processo está descrito no **Apêndice A**. A partir disso foi possível encontrar a Lista Única (**Tabela 35**).

Tabela 35: Lista Única

Ranking	Produtos
1º	Soja
2º	Café
	Milho
3º	Trigo
4º	Arroz
5º	Petróleo
6º	Algodão
7º	Celulose
	Gado
8º	Fumo
9º	Transporte Rodoviário
10º	Cana-de-Açúcar
11º	Cítricos
12º	Açúcar
	Feijão
13º	Aço
14º	Materiais de transportes
15º	Automóveis
16º	Carne Bovina
17º	Amendoim
	Batata
	Geladeira
	Medicamentos para medicina humana e veterinária
	Serviços médicos, odontológicos e veterinários
18º	Telecomunicações e T.I.
	Aparelho de ar-condicionado
	Compra e administração de imóveis, valores mobiliários, serviços técnico
	Gás Natural
	Minérios de Ferro
19º	Óleo combustíveis
	Carvão mineral e derivados
20º	Circuitos Integrados e microconjuntos eletrônicos
	Tomate
21º	Carne de Frango
	Naftas
22º	Hulhas
	Uva

Tabela 35: Lista Única

Ranking	Produtos
23º	Abastecimento de Água
24º	Mandioca
25º	Biocombustíveis
	Compostos Heterocíclicos, seus sais e sulfonamidas
26º	Banana
27º	Aviões
	Mamão
	Sorgo
28º	Plásticos
29º	Girassol
30º	Produtos Químicos Inorgânicos
	Reflorestamento
31º	Óleos Combustíveis para consumo de bordo
32º	Melancia
	Produtos Semimanufaturados de ferro ou aço
33º	Abacaxi
34º	Manga
35º	Melão

Fonte: Elaboração Própria

A Lista Única compreende 55 produtos ranqueados em 35 posições. Cada um deles apareceu em ao menos uma das Listas Iniciais, ou seja, atendeu a pelo menos um dos Critérios de Sustentabilidade. Seu nível de importância na Lista Única é reflexo direto da posição no ranking nas Listas Iniciais.

Como o estudo procurou levantar os produtos relevantes a nível nacional, o número de produtos aqui apresentados foi considerado passível de análise e de ser abordado.

Os 5 produtos considerados mais relevantes ao país de acordo com a Lista Única são de origem agrícola, o primeiro deles a Soja, que não só recebeu a maior pontuação como foi o produto que mais se repetiu nas Listas Iniciais, aparecendo em 6 delas. Dos 55 produtos apresentados cerca de 50% são classificados como agropecuários.

A agropecuária é uma das principais atividades econômicas desenvolvidas hoje no Brasil, ligada ao setor primário da economia, ao qual o país apresenta forte dependência.

É interessante destacar também a presença de produtos que fazem parte da mesma cadeia produtiva, como o açúcar e a cana-de-açúcar ou os produtos semimanufaturados de aço e o próprio aço. Aqui se destacam também a presença de uma variedade de frutas e alguns combustíveis fósseis.

5.4. Lista Prioritária

A Lista Prioritária tem por objetivo identificar dentre os 55 produtos apresentados quais participam diretamente do ciclo de vida de outros produtos também apresentados na Lista Única. Foi possível identificar 8 grupos de produtos com essa característica conforme apresentado na Tabela 36.

Tabela 36: Lista Prioritária

Ranking	Produtos
1º	Soja
2º	Café
	Milho
3º	Trigo
4º	Arroz
5º	Petróleo – Nafta – Óleo Combustível - Óleos Combustíveis para consumo de bordo
6º	Algodão
7º	Celulose
	Gado – Carne Bovina
8º	Fumo
9º	Transporte Rodoviário – Automóveis – Materiais de Transporte
10º	Cana-de-Açúcar - Açúcar
11º	Cítricos - Abacaxi
12º	Feijão
13º	Aço – Minérios do Ferro – Produtos semimanufaturados de ferro ou aço
14º	Amendoim
	Batata
	Geladeira
	Medicamentos para medicina humana e veterinária - Serviços médicos, odontológicos e veterinários
	Telecomunicações e T.I.
15º	Aparelho de ar-condicionado
	Compra e administração de imóveis, valores mobiliários, serviços técnico
	Gás Natural
16º	Carvão Mineral - Hulhas
17º	Circuitos Integrados e microconjuntos eletrônicos
	Tomate
18º	Carne de Frango "In Natura"
19º	Uva
20º	Abastecimento de Água
21º	Mandioca
22º	Biocombustíveis
	Compostos Heterocíclicos, seus sais e sulfonamidas

Ranking	Produtos
23º	Banana
24º	Aviões
	Mamão
	Sorgo
25º	Plásticos
26º	Girassol
27º	Produtos Químicos Inorgânicos
	Reflorestamento
28º	Melancia
29º	Manga
30º	Melão

Fonte: *Elaboração Própria*

A Lista Prioritária apresentou os mesmos 55 produtos da Lista Única, sendo 20 deles distribuídos em 8 grupos de produtos com ciclo de vida comum, ranqueados em 30 posições de prioridade.

Essa nova lista permitiu que produtos com uma prioridade menor na Lista Única fossem considerados como de maior prioridade por estarem associados à outros produtos de alta prioridade. Como foi o caso do Aço, 13º colocado no ranking das duas listas (Única e Prioritária), por representar forte envolvimento no ciclo de vida do Minério de Ferro e dos Produtos Semimanufaturados de Ferro ou Aço, foi capaz de tornar estes dois produtos mais prioritários.

A ideia desta Lista Prioritária é poupar tempo e trabalho de quem elabora um estudo de ACV, de forma que um mesmo estudo terá usualidade para mais de um produto considerado prioritário ao Brasil. Portanto, considerou-se como de grande relevância produtos envolvidos em mais de um ciclo de vida dentre os citados na Lista Única.

O Transporte rodoviário, citado entre os 10 primeiros na Lista Única também permitiu que os produtos Materiais de Transporte e Automóveis subissem no ranking, sendo assim considerados de maior relevância.

Foi possível identificar no SICV os Inventários de Ciclo de Vida referentes aos seguintes produtos presentes nas Listas Única e Prioritária: Transporte de ônibus; Produtos químicos inorgânicos; Algodão; Diesel; Gasolina; Carvão; Óleo combustível pesado; Gás natural; Plástico; Soja; Aço; Transporte; Transporte de caminhão

A maior parte dos temas que já existem estudos no Brasil são relacionados à combustíveis fósseis e transporte rodoviário. Estes temas estão em posição de destaque nas Listas geradas pelo estudo.

Ao compararmos as duas listas (Lista Única e Lista Prioritária) à Listagem gerada pelo artigo Identificação de processos elementares prioritários para adaptação de base de dados de Inventário de Ciclo de Vida (ICV) (CHIUMETO; UGAYA, 2014), foi possível notar algumas semelhanças como a presença do Aço, Soja e Cana-de-Açúcar dentre os principais produtos, embora estes se apresentem com diferentes importâncias e associados à diferentes produtos. No caso da Soja ela é associada à ração, por exemplo. O Petróleo e Gás também se repete diversas vezes na Lista do artigo, enquanto neste estudo apareceu apenas 3 vezes.

O artigo ainda apresenta a Cana-de-Açúcar e o Petróleo como os principais produtos a serem inventariados, enquanto em ambas as Listas encontradas neste estudo a Soja apareceu a frente destes dois produtos. Destaca-se ainda o Aço, que neste estudo se repetiu apenas 2 vezes. Ao mesmo tempo o Milho, Café, Arroz e Trigo não aparecem na listagem da tese como relevantes, enquanto para este estudo são considerados a 2ª posição no ranking da Lista Prioritária. Alguns produtos nem aparecem na Lista do presente estudo como foi o caso do Concreto, Cimento Portland e Fertilizantes. Apesar das diferentes abordagens, é interessante que existam pontos de convergências entre os resultados das duas metodologias, pois funcionam como validação das Listas.

6. Conclusões

O estudo, portanto, foi capaz de alcançar seus objetivos. Foram identificados 11 critérios de sustentabilidade baseados nos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável e sustentados pelas categorias de impacto mais estudadas em artigos de ACV. Esses critérios foram capazes de eleger os principais produtos para o Brasil. À cada um desses critérios foi possível associar uma lista de produtos, cobrindo os três pilares da sustentabilidade. Encontrou-se alguma dificuldade na aplicação destes critérios por falta de dados públicos disponíveis ou informações referentes a poucos anos em sequência.

Foi possível a geração de uma Lista Única, representada por 55 produtos e uma Lista Prioritária composta por 19 produtos, originadas do cruzamento das Listas Iniciais. Ambas foram lideradas pela Soja que foi considerado o produto mais relevante para o Brasil e deve, portanto, ser inventariado prioritariamente na formação de um banco de dados nacional. O Café, Milho, Trigo, Arroz, Algodão e Celulose são produtos que deverão receber uma grande atenção também. É interessante observar que a Lista Única possui mais da metade de seus itens provenientes da Agropecuária, o que reflete bem a realidade do Brasil, fortemente dependente do setor primário. Os combustíveis fósseis também aparecem como produtos relevantes nas Listas, principalmente o Petróleo, produto este reconhecido como de grande importância ao país.

Pôde-se também comparar os resultados deste trabalho aos resultados de trabalhos semelhantes, comparação esta que apontou diversas convergências.

Conclui-se assim que a metodologia aplicada e os resultados encontrados foram coerentes aos resultados esperados e refletiram bem a realidade do Brasil. Isto valida e fortalece a metodologia.

É pertinente, portanto, dizer que a metodologia descrita neste trabalho pode ser aplicada à outros estudos ou trabalhos, para outros domínios ou enfoques, como forma de auxílio na escolha dos principais produtos baseados no princípio da sustentabilidade.

Pelo seu caráter inovador, espera-se que o presente trabalho possa contribuir para aprimorar o desenvolvimento da ACV no Brasil, apoiando o desenvolvimento de um banco de dados nacional. Além disso, espera-se que possa promover uma discussão junto aos atores de interesse.

Como forma de complementação e aprofundamento do tema, recomenda-se a realização de estudos de ACV acerca dos produtos indicados na Lista Única e desenvolvimento de outras metodologias de priorização de produtos com base no Princípio da Sustentabilidade.

7. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017:** Relatório pleno. Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2017. 169 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS¹. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil** - Brasília: ANA, 2017. 169 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS². **Água na Indústria:** Uso e coeficientes técnicos. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2017. 37 p.

ALI, A. A. M.; NEGM, A. M.; BADY, M. F.; IBRAHIM, M. G. Moving towards an Egyptian national life cycle inventory database. **Int J Life Cycle Assess.** 19:1551-1558, 2014.

BARBOSA JÚNIOR, A. F.; MORAIS, R. M.; EMERENCIANO, S. V.; PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. Conceitos e aplicações do Análise de Ciclo de Vida (ACV) no Brasil. **Revista Gerenciais**, São Paulo, v. 7, n.1, p.39-44, 2008.

BAUMANN, H.; TILLMAN, A. M. **The Hitch Hiker's Guide to LCA:** an orientation in life cycle assessment methodology and application. Lund, Sweden: Studentlitteratur AB, 2004. 544p.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040:** Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. 2009, 21p.

CASTANHO FILHO, E. P.; CAMPOS, A. D. C.; OLIVETTE, M. P. A. **Água e Uso pela Agropecuária:** neomalthusianismo hídrico. Instituto de Economia Agrícola. 26 de março de 2015.

CHIUMENTO, G.; UGAYA, C. M. L. Identificação de processos elementares prioritários para adaptação de base de dados de Inventário de Ciclo de Vida (ICV). In: Congresso Brasileiro sobre Gestão pelo Ciclo de Vida, 4, 2014, São Bernardo do Campo. **Anais...** São Bernardo do Campo, 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2026** - Gráficos.16p.

FERREIRA LIMA, A. M. ; KIPERSTOK, A. Avaliação do Ciclo de Vida: Panorama Mundial e Perspectivas Brasileiras. In: **I Simpósio de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro-Oeste**, 2006, Brasília. Anais do I Simpósio de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro-Oeste, 2006. v. 1.

FERREIRA, S. **O pensamento do ciclo de vida como suporte à gestão dos resíduos sólidos da construção e demolição:** exemplo no Distrito Federal e estudos de casos de sucessos no Brasil e no exterior. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

FRISCHKNECHT, R. Notions on the Design and Use of an Ideal Regional or Global LCA Database. **Int J Life Cycle Assess.** 11: Special Issue 1. p. 40 – 48, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Edição 2017**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ids/tabelas>>. Acessado em: 10 de setembro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil - 2000 - 2010 - 2012 - 2014**. Rio de Janeiro, 2017. 35 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Anual de Serviços**. V.14, p.1-208, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Anual de Serviços**. V.15, p.1-208, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **O que é SICV Brasil**, Disponível em: < <http://acv.ibict.br/banco-nacional/o-que-e-sicv/>>. Acessado em: 10 de setembro de 2018.

LESAGE, P.; SAMSON, R. The Quebec Life Cycle Inventory Database Project. **Int J Life Cycle Assess**. 21, p. 1282-1289, 2016.

LOURENÇO, G. M.; ROMERO, M. **Indicadores Econômicos**. Coleção Gestão Empresarial. 16p. 2002.

MA, J.; HARSTVEDT, J. D.; DUNAWAY, D.; BIAN, L.; JARADAT, R. An exploratory investigation of Additively Manufactured Product life cycle sustainability assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 192, 10 August 2018, p. 55-70.

MAN YU, C.; MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.; NOGAROLI, M. A Intensificação do efeito estufa planetário e a posição dos países no cenário internacional. **RAEGA – O espaço geográfico em análise**, n. 5, ano V, Curitiba-PR, Editora da UFPR, 2001. p. 99-124.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balço Energético Nacional - Relatório Síntese - ano base 2016**. Rio de Janeiro, RJ, Junho de 2017, 61 p.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Cadastro Geral de Empregados e Desempregados**. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/trabalhador-caged> >. Acessado em 10 de setembro de 2018.

MONTALBÁN-DOMINGO, L.; GARCÍA-SEGURA, T.; SANZ, M. A.; PELLICER, E. Social sustainability criteria in public-work procurement: An international perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 198, 2018, p. 1355-1371.

NARITA, N.; NAKAHARA, Y.; MORIMOTO, M.; AOKI, R.; SUDA, S. Current LCA Database Development in Japan Results of the LeA Project. **In LCA: Life Cycle Inventory Development**. 9 (6). P. 365-359, 2004.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. C.; PIGNATTI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, 22 (10) p. 3281-3293, 2017.

PIGNATI, W.; OLIVEIRA, N. P.; SILVA, A. M. C. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. **Ciência & Saúde Coletiva**, 19 (12) p. 4669-4678, 2014.

PRASARA-A, J.; GHEEWALA, S. H. Applying Social Life Cycle Assessment in the Thai Sugar Industry: Challenges from the field. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, 20 January 2018, p. 335-346.

REBITZER, G.; EKVAL, T.; FRISCHKNECHT, R.; HUNKELER, D.; NORRIS, G.; RYDBERG, T.; SCHMIDT, W.-P.; SUH, S.; WEIDEMA, B. P.; PENNINGTON, D. W.. Life cycle assessment part 1: framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. **Environment International**, v.30, n. 5, p. 701-720, 2004.

ROWLEY, H. V.; PETERS, G. M.; LUNDIE, S.; MOORE, S. J. Aggregating sustainability indicators: Beyond the weighted sum. **Journal of Cleaner Production**. 111, p. 24-33, 2012.

SANQUETTA, C. R.; MAAS, G. C. B.; SANQUETTA, M. N. I.; SANQUETTA, F. T. I.; CORTE, A. P. D. Emissões de dióxido de carbono associadas ao consumo de energia elétrica no Paraná no período 2010-2014. **Biofix**, v.2 n.1, 2017.

SIEBERT, A.; BEZAMA, A.; O'KEEFFE, S.; THRAN, D. Social life cycle assessment índices and indicators to monitor the social implications of wood-based products. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, 20 January 2018, p. 4074-4084.

SIERRA, L. A.; YEPES, V.; PELLICER, E. A review of multi-criteria assessment of the social sustainability of infrastructures. **Journal of Cleaner Production**, v. 187, 20 June 2018, p. 496-513.

SIGNOR, D; PISSIONI, L. L. M.; CERRI, C. E. P. Emissões de gases de efeito estufa pela deposição de palha de cana-de-açúcar sobre o solo. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p.113-122, 2014.

SILVA, D. A. L.; CHABRAWI, A. M. R. O.; OLIVEIRA, J. A. Perspectivas do setor empresarial brasileiro quanto ao uso da ACV e a colaboração para o fortalecimento do SICV Brasil. **LALCA Revista Latino-Americana em Avaliação do Ciclo de Vida**, v.1 n.1, p. 112-137, 2017.

SUBRAMANIAN, K.; YUNG, W. K. C. Modeling Social Life Cycle Assessment framework for an eletronic screen product – A case study of an integrated desktop computer. **Journal of Cleaner Production**, v. 197, Part 1, 2018, p. 417-434.

THARUMARAJAH A, GRANT T. **Australian national life cycle inventory database: moving forward**. Proceedings of the 5th ALCAS conference, Melbourne, Australia, pp 1–9, 2002.

THOMSON REUTERS. **2017 Journal Impact Factor (JCR)**. Technical Report - June 2017.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Global Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases** - A Basis for Greener Processes and Products, 160 p., 2011.

UNITED NATIONS. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.** 300p. 1987.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Gases de Efeito Estufa.** Disponível em: <<https://www.cpa.unicamp.br/alcscens/abc/abc/18-gases-de-efeito-estufa-gee>>. Acessado em 10 de setembro de 2018.

VALENZUELA-VENEGAS, G.; SALGADO, J. C.; DÍAZ-ALVARADO, F. A. Sustainability indicators for the assessment of eco-industrial parks: classification and criteria for selection. **Journal of Cleaner Production.** 133, p. 90-116, 2016.

WIEGAND, M. C.; PIEDRA, J. I. G.; ARAÚJO, J. C. Vulnerabilidade à eutrofização de dois lagos tropicais de climas úmidos (Cuba) e semiárido (Brasil). **Eng Sanit Ambient**, v. 21 n. 2, abr/jun 2016, p. 415-424

1. Apêndices

Apêndice A

Aplicação da Metodologia de geração da Lista Única

Tabela 37: Aplicação da Metodologia de geração da Lista Única

Lista Inicial	Ranking	Produtos	Pontuação	Total
Uso de Energia	1º	Aço	19	27
Uso da Água	12º		8	
Uso da Água	8º	Açúcar	12	28
Exportação	4º		16	
Uso de Agrotóxico	2º	Algodão	18	47
Uso de fertilizantes	2º		18	
Uso do Solo	9º		11	
Uso da Água	5º	Arroz	15	51
Uso de fertilizantes	9º		11	
Uso de Agrotóxico	8º		12	
Uso do Solo	7º		13	
Exportação	10º	Automóveis	10	22
Importação	8º		12	
Empregabilidade	3º	Café	17	56
Uso de fertilizantes	4º		16	
Uso de Agrotóxico	9º		11	
Exportação	8º		12	
Uso de fertilizantes	8º	Cana-de-Açúcar	12	33
Uso do Solo	4º		16	
Uso de Agrotóxico	15º		5	
Uso da Água	11º	Carne Bovina	9	20
Exportação	9º		11	
Uso de Energia	2º	Celulose	18	41
Uso da Água	10º		10	
Exportação	7º		13	
Uso de Agrotóxico	3º	Cítricos	17	30
Uso de fertilizantes	7º		13	
Uso do solo	5º	Feijão	15	28
Uso de fertilizantes	13º		7	
Uso de Agrotóxico	14º		6	
Uso de fertilizantes	3º	Fumo	17	36
Uso de Agrotóxico	1º		19	
Uso de fertilizantes	12º	Gado	8	41
Uso da Água	6º		14	

Lista Inicial	Ranking	Produtos	Pontuação	Total
Uso do Solo	1º		19	
Uso da Água	4º	Milho	16	56
Uso do Solo	3º		17	
Uso de fertilizantes	5º		15	
Uso de Agrotóxico	12º		8	
Emissão de Gases do Efeito Estufa	1º		Petróleo	
Exportação	3º	17		
Importação	7º	13		
Exportação	13º	Materiais de transportes	7	24
Importação	3º		17	
Uso de fertilizantes	6º	Soja	14	98
Uso da Água	2º		18	
Exportação	6º		14	
Uso de Agrotóxico	5º		15	
Uso do Solo	2º		18	
Exportação	1º		19	
Uso de Energia	3º	Transporte Rodoviário	17	35
Participação no PIB	2º		18	
Uso da Água	3º	Trigo	17	54
Uso de fertilizantes	10º		10	
Uso de Agrotóxico	7º		13	
Uso do Solo	6º		14	
Uso da Água	1º	Amendoim	19	19
Uso de Fertilizantes	1º	Batata	19	19
Depleção da Camada de Ozônio	1º	Geladeira	19	19
Importação	1º	Medicamentos para medicina humana e veterinária	19	19
Empregabilidade	1º	Serviços médicos, odontológicos e veterinários	19	19
Participação no PIB	1º	Telecomunicações e T.I.	19	19
Depleção da Camada de Ozônio	2º	Aparelho de ar-condicionado	18	18
Empregabilidade	2º	Compra e administração de imóveis, valores mobiliários, serviços técnico	18	18
Emissão de Gases do Efeito Estufa	2º	Gás Natural	18	18
Exportações	2º	Minérios de Ferro	18	18
Importação	2º	Óleo combustíveis	18	18

Lista Inicial	Ranking	Produtos	Pontuação	Total
Emissão de Gases do Efeito Estufa	3º	Carvão mineral e derivados	17	17
Importação	4º	Circuitos Integrados e microconjuntos eletrônicos	16	16
Uso de Agrotóxico	4º	Tomate	16	16
Exportação	5º	Carne de Frango "In Natura"	15	15
Importação	5º	Naftas	15	15
Importação	6º	Hulhas	14	14
Uso de Agrotóxico	6º	Uva	14	14
Uso da Água	7º	Abastecimento de Água	13	13
Uso do Solo	8º	Mandioca	12	12
Uso da Água	9º	Biocombustíveis	11	11
Importações	9º	Compostos Heterocíclicos, seus sais e sulfonamidas	11	11
Uso de Agrotóxico	10º	Banana	10	10
Exportações	11º	Aviões	9	9
Uso de Agrotóxico	11º	Mamão	9	9
Uso de Fertilizantes	11º	Sorgo	9	9
Exportações	12º	Plásticos	8	8
Uso de Agrotóxico	13º	Girassol	7	7
Exportação	14º	Produtos Químicos Inorgânicos	6	6
Uso de Fertilizantes	14º	Reflorestamento	6	6
Exportação	15º	Óleos Combustíveis para consumo de bordo	5	5
Uso de Agrotóxico	16º	Melancia	4	4
Exportação	16º	Produtos Semimanufaturados de ferro ou aço	4	4
Uso de Agrotóxico	17º	Abacaxi	3	3
Uso de Agrotóxico	18º	Manga	2	2
Uso de Agrotóxico	19º	Melão	1	1