

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DAENP – DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**FRANCO SEBASTIÁN SUAREZ**  
**JUAN MARTÍN ORTOLANI**

**ECONOMIA CIRCULAR: PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE SIMBIOSE**  
**INDUSTRIAL NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2019**

**FRANCO SEBASTIÁN SUAREZ**

**JUAN MARTÍN ORTOLANI**

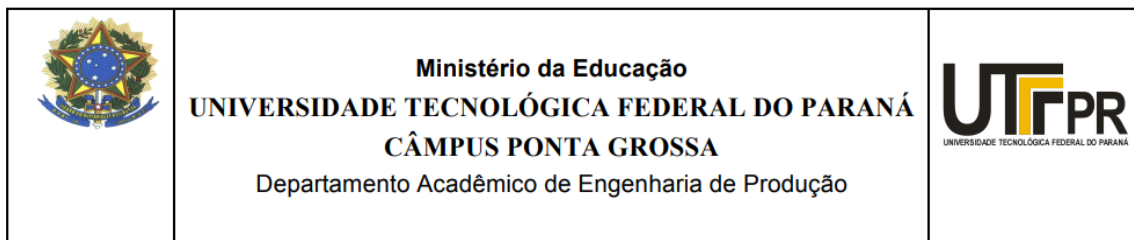
**ECONOMIA CIRCULAR: PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE SIMBIOSE  
INDUSTRIAL NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Poletto Tesser

**PONTA GROSSA**

**2019**



## **TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC**

### **ECONOMIA CIRCULAR: PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE SIMBIOSE INDUSTRIAL NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS**

por

**Franco Sebastián Suarez**  
**Juan Martin Ortolani**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 22 de Novembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

*Prof. Dr. Daniel Poletto Tesser*  
*Prof. Orientador*

---

*Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia*  
*Membro titular*

---

*Prof. Dr. Fabio Neves Puglieri*  
*Membro titular*

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

## RESUMO

ORTOLANI, Juan Martín; SUAREZ Franco Sebastián. **Economia Circular**: Proposta de aplicação de simbiose industrial na região dos Campos Gerais. 2019. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

A economia circular é um tópico que ganha cada vez mais força e apresenta novas alternativas como soluções para problemas ambientais. Daí surgem conceitos como a simbiose industrial, que será o pilar da seguinte pesquisa. Através deste conceito, o objetivo foi gerar relações intra e interinstitucionais entre indústrias localizadas na região dos Campos Gerais, baseadas nos princípios de cooperação e colaboração a fim de obter benefícios com a troca de resíduos ou sub-produtos.

Para o estudo foram analisados os resíduos gerados por dez empresas estabelecidas em dita região no período compreendido entre Janeiro e Junho do ano 2019.

Os resultados obtidos demonstraram em primeiro lugar um atraso por parte do setor industrial em termos de conhecimento, aplicação e interesse de cooperação na proposta. Porém, em segundo lugar, os resultados demonstraram que o potencial que a região possui é considerável. O 59,38% dos Kg dos resíduos analisados é passível de revalorização, com o qual, a aplicação da proposta poderia trazer importantes benefícios econômicos e ambientais além de vantagens competitivas.

**Palavras-chave:** Economia Circular. Simbiose Industrial. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

ORTOLANI, Juan Martín; SUAREZ Franco Sebastián. **Circular Economy: Proposal of application of industrial symbiosis in the Campos Gerais region.** 2019. 55 f. Work of Conclusion Course (Graduation in Production Engineering) – Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2019.

Circular economy is a topic becoming considerably popular, bringing new innovative solutions to environmental problems. Hence arise concepts such as industrial symbiosis, which will be the pillar of the following research. Through this concept, the objective is to generate intra and interinstitutional relations between industries located in the Campos Gerais region, based on the principles of cooperation and collaboration in order to benefit from the exchange of waste or by-products.

The study analyzed the waste generated by ten companies established in this region between January and June 2019.

Firstly, the results demonstrated a delay of the industrial sector in terms of knowledge, application and interest in cooperating with the proposal. However, the results also showed that the region has a considerable potential. The 59.38% Kg of the wastes analyzed is subject to revaluation, with which the application of the proposal could bring important economic and environmental benefits as well as competitive advantages.

**Keywords:** Circular Economy. Industrial Symbiosis. Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Relação simbiose Industrial e diferentes campos de pesquisa .....	18
Figura 2 – Etapas da pesquisa .....	28
Figura 3 – Resultados pesquisa própria 1 .....	32
Figura 4 – Resultados pesquisa CNI 1 .....	32
Figura 5 – Resultados pesquisa própria 2 .....	33
Figura 6 – Resultados pesquisa CNI 2 .....	33
Figura 7 – Resultados pesquisa própria 3 .....	34
Figura 8 – Resultados pesquisa CNI 3 .....	34
Figura 9 – Resultados pesquisa CNI 4 .....	34
Figura 10 – Quantidade de resíduos por tipo .....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resíduos e revalorizações. ....	36
Tabela 2 - GRUPO 1: Construção (Tijolos, Obras de construção civil, Cimento Portland).....	38
Tabela 3 - GRUPO 2: Recuperação energética (Biodigestor, Briquetes).....	38
Tabela 4 - GRUPO 3: Compostagem (Adubo, Fertilizante).....	39
Tabela 5 - GRUPO 4: Papel (Reciclagem, fabricação) .....	39
Tabela 6 - GRUPO 5: Madeira (Reciclagem) .....	40
Tabela 7 - GRUPO 6: Alimentos (Farinha de osso) .....	40
Tabela 8 - GRUPO 7: Líquidos (Geração de energia).....	40
Tabela 9 - GRUPO 8: Animal (Criação intensiva de aves).....	41
Tabela 10 - GRUPO 9: Plásticos (Reciclagem).....	41
Tabela 11 - GRUPO 10: Metais (Reciclagem).....	41
Tabela 12 – Grupo de resíduo – Setor de conexão.....	42

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS**

### **LISTA DE ABREVIATURAS**

Tn	Toneladas
Kg	Quilogramas
GWh	Giga Watt hora
Km	Quilômetro
GL	Giga litros
NOx	Óxidos de nitrogênio
SOx	Óxidos de enxofre

### **LISTA DE SIGLAS**

IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
UNCSD	United Nations Conference on Sustainable Development
FMI	Fundo Monetário Internacional
EMF	Ellen MacArthur Foundation
UE	União Europeia
CNI	Confederação Nacional de Industria
DBO	Demanda Biológica de Oxigênio
BS	British Standards

### **LISTA DE ACRÔNIMOS**

IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
PIB	Produto Interno Bruto
NISP	National Industrial Symbiosis Program
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
FIEMG	Federação de Indústrias do Estado de Minas Gerais



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
1.3 JUSTIFICATIVA .....	12
<b>2 RERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1 CONCEITOS GERAIS .....	14
2.2 HISTÓRIA .....	19
2.3 ATUALIDADE .....	20
2.4 CONTEXTO BRASILEIRO .....	23
2.5 QUADRO JURIDICO .....	24
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>27</b>
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	28
3.1.1 Etapa 1: Seleção e Delimitação do Tópico de Estudo. ....	28
3.1.2 Etapa 2: Fundamentação Teórica .....	29
3.1.3 Etapa 3: Metodologia. ....	29
3.1.4 Etapa 4: Coleta de Dados. ....	29
3.1.5 Etapa 5: Análise dos Dados .....	30
3.1.6 Etapa 6: Apresentação dos Resultados e Considerações Finais.....	30
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>31</b>
4.1 OBTENÇÃO DOS DADOS .....	31
4.1.1 Questionário.....	31
4.1.2 Fontes Alternativas .....	35
<b>5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>36</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>
<b>APÊNDICE A - Tabela de resíduos gerados pelos principais clientes</b> .....	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Como menciona a autora Ellen McArthur em muitos de seus artigos o sistema que vem se desenvolvendo desde o início da revolução industrial, conhecido como "linear" (*take-make-waste*), o qual consiste basicamente em pegar recursos, fabricar produtos e descartá-los quando completaram o ciclo, nunca contemplou o meio ambiente e os danos causados. A deterioração ambiental que o homem gerou em sua existência é evidente. Recebemos constantemente alarmes que nos avisam que a situação está piorando e que uma mudança substancial é cada vez mais necessária. Alguns desses alarmes são, por exemplo, o aumento da temperatura média global, que segundo o IPCC (IPCC, 2018) subiu 1 ° C entre 1880 e 2017, representando um ritmo aproximado de 0,1° C por década, a diminuição do gelo marinho ártico, o qual há diminuído 114 Km<sup>2</sup> por década desde 1919 (IPCC, 2018) ou também o aumento do nível médio mundial do mar, que subiu 19 cm entre os anos de 1901 e 2010 (IPCC, 2018).

Porém, a população está se conscientizando da questão e atualmente os conceitos relacionados à sustentabilidade são parte do dia a dia da sociedade. Dita conscientização pode se observar em pequena escala, tal como é o caso da Universidade Tecnológica Federal do Paraná que em seu campus da cidade de Ponta Grossa está implementando diversos programas tais como a eliminação dos copos descartáveis do refeitório trocando-os por copos reutilizáveis, pontos de coleta seletiva de resíduos e pesquisas orientadas à aplicação de geração de energia partindo de fontes renováveis. Mas também pode se observar em casos de escala mundial como o acordo firmado na Assembleia Geral das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (UNCSD) celebrada em Rio de Janeiro no ano 2012 onde os principais líderes do mundo traçaram os caminhos para um desenvolvimento sustentável dos próximos 20 anos (CONFERÊNCIA, 2012).

Um conceito pioneiro nesta nova era de mudanças é a Economia Circular, a qual se impõe cada vez mais na sociedade e na indústria buscando novas práticas que permitam à velha economia tradicional avançar para um modelo circular mais sustentável, baseado na recuperação de resíduos através da reciclagem e reutilização (GREGSON et al., 2015).

Nesse contexto, a autora Barbara Nór (2018) menciona que a transição para este novo sistema poderia gerar mais de 3,4 milhões de empregos, além de outras oportunidades como empreendimentos e novos mercados.

Brasil, por sua parte, acompanha esta transição e já existem planos de promoção como o CE100 lançado em outubro 2015 o qual procura identificar, incentivar e acelerar iniciativas que colaborem com um sistema mais sustentável.

Considerando que o Brasil é a economia mais poderosa da América Latina, com previsões de crescimento de 2,1% e 2,5% para os anos de 2019 e 2020 respectivamente (FMI, 2019), a transição para um sistema mais amigável ambientalmente poderia gerar importantes benefícios.

Consequentemente, o seguinte trabalho de pesquisa procura contribuir de certa forma com a tendência mencionada acima desde o conceito de simbiose industrial. Tal conceito surge como um subcampo da economia circular e será a base dos conteúdos que serão desenvolvidos ao longo das páginas seguintes.

Levando em conta o exposto, em primeiro lugar determinou-se que a pesquisa será feita na região dos Campos Gerais. Ela está localizada no centro-leste do estado do Paraná, de acordo com os dados publicados pelo Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 2018), possui uma área de 21.812.024 km<sup>2</sup> e 755.249 habitantes. Segundo (PERCICOTTI et al. 2013) apresenta um conjunto de diferenciais competitivos tornando-a uma das melhores regiões do país para receber investimentos. Atualmente é uma das maiores produtoras agrícolas do Brasil, com um pátio fabril moderno e diversificado atraente para à implantação de indústrias, centros de distribuição, prestadores de serviços e estabelecimentos comerciais, gerando um PIB per capita anual de R\$ 37.737, sendo 5,33% superior ao do estado do Paraná (IPARDES, 2018).

Em segundo lugar, foi levantada a questão que desencadeia a execução deste trabalho de pesquisa que é: Quais são as possibilidades de alcançar uma Simbiose Industrial na região dos Campos Gerais?

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as possibilidades de aplicação dos conceitos de Economia Circular para promoção da Simbiose Industrial na região dos Campos Gerais.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar Resíduos Classe II (Resíduos não perigosos) gerados na região dos Campos Gerais.
- Classificar os resíduos gerados.
- Identificar potenciais usos de aqueles resíduos.
- Identificar potenciais ramos industriais consumidores dos resíduos.
- Propor conexões de resíduo/ramo industrial.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Conforme Pinto et al. (2018), os estudos sobre gestão ambiental e suas práticas são muito importantes para os países em desenvolvimento, pois levam a importantes benefícios sociais, ambientais e econômicos.

Segundo Portugal et al (2012), há vários anos, países emergentes como a Índia ou a China definiram claramente seus objetivos estratégicos e estabeleceram um caminho a seguir em termos ambientais.

No caso de Brasil, tem mostrados importantes progressos, mas ainda não consegue estabelecer um comprometimento firme, o que pode ser uma consequência da falta de políticas públicas claras como menciona Lehtoranta *et al.*, (2011).

Esse panorama, imerso em um cenário atual em que há uma tendência crescente do mercado para a demanda de produtos inovadores e ambientalmente amigáveis, buscando uma otimização dos recursos naturais junto com a redução dos efeitos do desperdício final, pode gerar desvantagens na indústria local quando se trata de competir com produtos estrangeiros produzidos com sistemas mais sustentáveis (CUTOVOI, 2015).

Michael Porter e Claas Van Der Linde já mencionavam nos anos 90 a importância de considerar a questão ambiental na estratégia organizacional das empresas. Os autores expressam que o cumprimento das normas ambientais pode ser o propelente para que as organizações comecem a prestar maior atenção à inovação dentro seus processos produtivos, não somente conseguindo diminuir seus emissões ou resíduos senão também logrando maior aproveitamento de seus recursos, melhorando a produtividade e aumentando a competitividade (PORTER et al., 1995).

Conforme com o mencionado, o desenvolvimento sustentável traz numerosos benefícios tanto para as empresas como para a sociedade, o ambiente e as economias dos países. É esse motivo o que justifica a realização do presente trabalho acadêmico que visa contribuir com aquela tendência proporcionando mais um estudo sobre o desenvolvimento sustentável das indústrias, aplicado à importante região dos Campos Gerais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem a finalidade de apresentar a revisão bibliográfica de aqueles tópicos essenciais para o desenvolvimento da pesquisa.

Na primeira seção, serão abordados conceitos gerais pertinentes à Economia Circular, Ecologia Industrial e Simbiose Industrial. Na segunda parte, será desenvolvido o contexto histórico das definições primeiramente expostas. Seguidamente, na terceira seção, serão apresentados casos de aplicação que reflitam a situação atual dos conceitos desenvolvidos e finalmente, será feita uma contextualização local para expor a situação do Brasil.

### 2.1 CONCEITOS GERAIS

No mundo atual, são evidentes os impactos que as atividades humanas produzem no meio ambiente. Diante dessa situação, a economia circular, baseada nos fundamentos ecologistas, propõe uma mudança ao paradigma de “reduzir, reutilizar e reciclar” por uma transformação mais profunda e duradoura (LETT, 2014). Tal conceito baseia-se em sistemas de produção, distribuição e consumo que visam manter os produtos, componentes e materiais em sua mais alta utilidade e valor pelo maior tempo possível (EMF, 2013) dentro de um circuito que pretende ser fechado e cíclico (MURRAY et al, 2017).

O cenário mundial se encontra hoje na transição para o modelo circular. A primeira política pública voltada diretamente para implementação da economia circular é uma lei chinesa promulgada em 2009. No entanto, são os países europeus os mais avançados em termos de políticas públicas ambientais. Em 2015, a União Europeia (UE) criou um plano para implementação da economia circular, e paralelamente a maioria dos países vem adotando políticas públicas nacionais específicas para setores da economia. (CNI, 2019).

Algumas das medidas e políticas que estão sendo implantadas são expostas a continuação:

- China: Como mencionado anteriormente, foi o primeiro país a implementar uma lei específica sobre economia circular. Dita lei está fundamentada no princípio dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) e utiliza-se principalmente de

instrumentos fiscais, apoio financeiro e regulamentações baseadas no princípio de responsabilidade compartilhada do produto.

Ao mesmo tempo, foi lançado um plano quinquenal que envolve todos os níveis de governo estabelecendo como meta a redução do uso de recursos.

Tanto a lei como o plano aplicam-se aos setores micro (empreendedores), meso (parques industriais) e macro (cidades). (CHINA, 2008).

- Japão: O Japão é um dos países que mais avançam para a transição do modelo econômico. Também em base no princípio dos 3Rs lançou uma lei denominada *“Law for the Promotion of Effective Utilization of Resources”* a qual contempla todo o ciclo de vida e obriga aos produtores a utilizar material reciclado em novos produtos, além de terem que estimular o design de produtos mais reutilizáveis e recicláveis. (JAPÃO, 1991).

- União Europeia: Conforme o dito parágrafos acima, a EU lançou um plano de ação denominado *“Closing the Loop”* envolvendo um pacote econômico que consistiu na concessão de mais de 650 milhões de euros para projetos inovadores que tinham como enfoque a promoção da economia circular. (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2015).

- Holanda: A fim de estimular a transição para uma economia circular, o governo holandês desenvolveu o programa denominado *“Waste To Resource Programme”* (VANG) visando reduzir a geração de resíduos e mediante o qual formou uma parceria com institutos de pesquisa e indústria para um levantamento financeiro dos benefícios da Economia Circular (RACE).

Ao mesmo tempo, aumentou as taxações sobre recursos como serem combustíveis, água ou energia e diminuiu o imposto sobre o trabalho com o objetivo de vender menos produtos e mais serviços. (EUROPEAN COMMISSION, 2019).

- Alemanha: A través do programa chamado *“The German Resource Efficiency Programme”* (ProgRess) o governo alemão criou uma iniciativa que atravessa transversalmente toda a cadeia de valor do produto com foco no uso sustentável de recursos e na diminuição da poluição, tendo como objetivo recursos abióticos. (DE GROENEZAAK, 2015).

- Bélgica: Com o objetivo de aumentar a taxa de reciclagem e diminuir a pressão sobre os recursos naturais, o governo de Flanders adotou uma frente de

trabalho focada em três pilares: compras sustentáveis, cidades circulares e negócios circulares. (IWASAKA, 2018).

- Dinamarca: Como consequência de ser um dos países com maior geração de resíduo per capita do mundo, o governo dinamarquês criou o programa “*Denmark Without Waste-Recycle More, Incinerate Less*”. As principais metas do programa são o aumento de reciclagem de produtos eletrônicos, papel, vidro e metais para o qual foram adotadas taxas e subsídios financeiros a modo de incentivos. (DINAMARCA, 2013).

- Espanha: Em 2015 o governo da Catalunha implementou a “*Estratègia d’impuls a l’economia verdai a l’economia circular*” a partir da qual têm-se fundos de financiamento para pesquisa e desenvolvimento, planos setoriais para energia, biodiversidade, gestão de áreas protegidas, gestão de resíduos, compras públicas sustentáveis, entre outros. (GENERALITAT DE CATALUNYA, 2015).

- Finlândia: O Fundo de Inovação Finlandês (SITRA) desenvolveu um pacote de medidas a fim de tornar o país um líder mundial em economia circular até 2025. Entre as medidas se encontram instrumentos como legislação para controle de desperdícios de alimentos, subsídios para energia renovável, valorização de produtos de origem florestal, compras públicas “verdes”, investimentos em bioprodutos e bioserviços, exigência de ecodesign, entre outros. (SITRA, 2016).

- França: A França criou em 2013 o Instituto Nacional para Economia Circular composto por 200 membros entre públicos e privados. O instituto não é um órgão governamental, mas trabalha juntamente com o Ministério de Desenvolvimento Sustentável de forma a trocar informações e expertise entre os membros. (ADEME, 2015).

- Estados Unidos: Um dos programas mais recentes no país em termos de economia circular é o chamado “*Bio Preferred Program*” que busca estimular o desenvolvimento econômico, criar novos empregos e fornecer novos mercados para commodities agrícolas promovendo a compra e consumo de produtos à base de insumos agrícolas renováveis, tentando substituir aqueles à base de carvão mineral e petróleo. (USDA, 2019).

Como observado, a maioria das aplicações de economia circular são caracterizadas principalmente por duas estratégias que concedem ao resíduo um



papel dominante: reduzir os níveis geração e encontrar a solução mais sustentável para gerenciar os resíduos remanescentes (GARCIA GARCIA et al, 2019).

Essa valorização dos resíduos, que tem sido definida como o processo de conversão e/ou aproveitamento de resíduos em produtos mais úteis (ARANCON et al, 2013 ), permite identificar oportunidades no campo industrial a partir da conexão e colaboração entre empresas para tais fins.

Outro conceito importante que emerge dessa mudança de paradigma e novas tendências ambientais é a ecologia industrial. Atualmente, não há um conceito adotado de maneira universal, no entanto, um dos mais utilizados é o desenvolvido por White (1994), que o define como o estudo dos fluxos de materiais ou energia na indústria, e os efeitos desses fluxos sobre o ambiente, que influenciam ou afetam significativamente os fatores econômicos, políticos e sociais.

Dos conceitos supracitados emerge o conceito de simbiose industrial que, como mencionado por Berkel, Rene Van et al. (2009), pode ser definida como aquele sistema onde empresas tradicionalmente separadas convivem mantendo uma abordagem coletiva baseada na troca física de materiais, energia, água e / ou subprodutos, obtendo não apenas benefícios econômicos, mas também benefícios ambientais.

Os efeitos econômicos positivos refletem-se em primeiro lugar nos menores custos de descarte de resíduos / subprodutos e menores custos de obtenção de matérias-primas e recursos produtivos. Em segundo lugar, proporcionam uma melhor reputação às organizações participantes, o que se torna uma grande vantagem competitiva capaz de influenciar positivamente os efeitos econômicos.

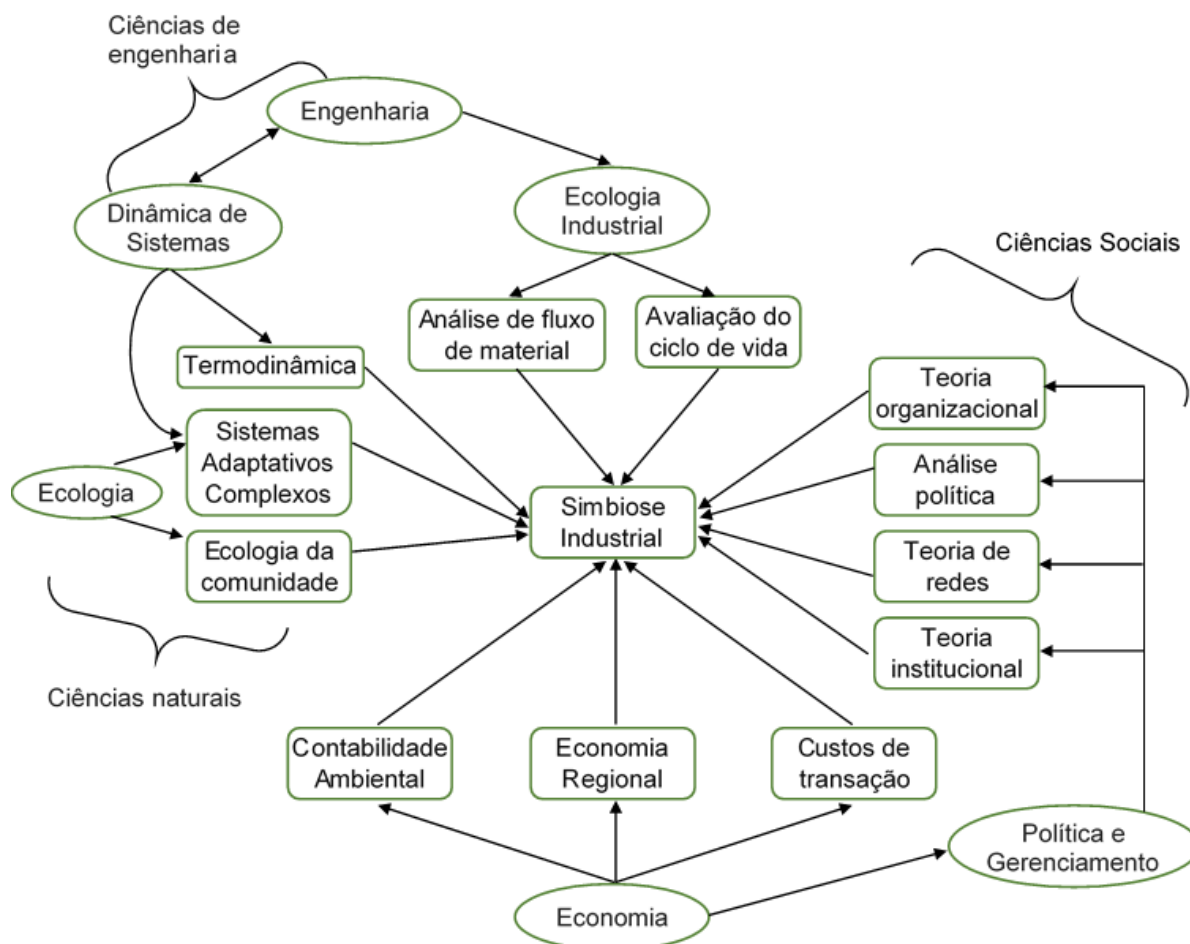
Em termos de benefícios ambientais, a cooperação industrial pode significar uma redução na entrada de materiais e energia necessária, além de causar uma diminuição na quantidade de resíduos e emissões gerados.

A aplicação e desempenho eficiente do conceito acima mencionado depende de dois fatores-chave que são a colaboração, e as possibilidades sinérgicas oferecidas pela proximidade geográfica.

Mas isso não é suficiente, como qualquer sistema, possui maior complexidade e ainda mais quando falamos de multi,inter e transdisciplinaridade, como é a simbiose industrial, onde participam muitos fatores.

Para alcançar uma melhor compreensão e visualizar a abordagem desde uma perspectiva mais clara, foi colocado o seguinte esquema.

**Figura 1 – Relação simbiose Industrial e diferentes campos de pesquisa**



**Fonte: Ashton e Chertow, Centro de Ecologia Industrial de Yale, atualizado em 2015.**

Ele mostra as arestas mais importantes envolvidas no estudo da simbiose industrial e como pode se observar, não depende apenas das ciências básicas, senão que também é fortemente influenciado por aspectos sociais.

O presente trabalho enfocará principalmente os aspectos relacionados às ciências naturais e a engenharia, já que a maioria das análises no campo das ciências sociais supera as competências do curso de Engenharia de Produção.

## 2.2 HISTÓRIA

Como mencionado por Chertow (2016), existem vários antecedentes sobre o estudo da ecologia aplicado ao setor industrial. Desrochers (2001), identificou escritos da era vitoriana inglesa abordando o tema, por exemplo, um dos volumes encontrados intitulado "Produtos residuais e substâncias subdesenvolvidas" datava de 1862 e lidava com o desperdício e oportunidades de agregar valor ao que era descartado.

Porém, a maioria dos pesquisadores concordam que o conceito da ecologia Industrial tem sua origem no artigo "Strategies for Manufacturing", publicado na Scientific American em 1989. Ele foi escrito por Frosch & Gallopoulos e estabeleceu a base de aquele conceito com a ideia de seguir fluxos de materiais através de "ecossistemas industriais" onde o consumo de energia e material é otimizado, a geração de resíduos é minimizada e os efluentes de um processo servem de matéria prima para outro (FROSCH & GALLOPOULOS, 1989).

No entanto, enquanto a ecologia industrial estava se desenvolvendo, já havia evidências de simbiose industrial. Em 1972, foi feito o primeiro contrato de simbiose entre empresas em Kalundborg, onde foi instalada uma empresa de gesso que usaria o butano da refinaria de petróleo vizinha.

Como menciona Chertow (2000), o parque passou por mudanças consideráveis ao longo do tempo, como a expansão da refinaria, a separação da indústria farmacêutica ou mesmo o crescimento populacional da cidade, que em pouco tempo chegou a dobrar a população. Essas mudanças poderiam ter desmoronado o sistema se ele tivesse sido frágil, porém, sua estrutura foi reforçada e Kalundborg continua a ser um exemplo e objeto de estudo da simbiose industrial hoje.

## 2.3 ATUALIDADE

Existem vários parques industriais que aplicam a simbiose industrial presentemente, alguns casos relevantes serão apresentados abaixo junto a uma breve descrição com os dados mais relevantes de cada um.

- Kalundborg: É sem dúvida o mais conhecido. Mediante a aplicação da simbiose industrial dito parque consegue anualmente uma economia de €38 milhões, 635.000 Tn de CO<sub>2</sub>, 3,6 milhões m<sup>3</sup> de água 100 GWh de energia e 87.000 Tn de materiais. (EMF, 2017).

Os principais participantes foram a Asnaes, a maior central elétrica a carvão da Dinamarca, uma refinaria de petróleo de propriedade da Statoil, uma indústria farmacêutica da Novo Nordisk, a Gyproc, maior fabricante de placas de gesso da Escandinávia e o município de Kalundborg. (MILEVA-BOSHKOSKA; RONČEVIĆ; URŠIČ, 2018).

- Aalborg: Aalborg é uma cidade no norte da Dinamarca, com uma população de 211.937 habitantes (ESTATÍSTICAS DINAMARCA, 2017). Aqui pode se encontrar outro parque industrial que aplica a sinergia interempresarial entre empresas localizadas em um raio de até 2 Km de distância entre elas. As principais atividades são cimento, siderúrgica, usinas de energia elétrica e atividade portuária. (MILANI; SCHLÜTER, 2018).

- NISP: O National Industrial Symbiosis Programme é um projeto britânico desenvolvido em 2005 para ajudar a empresas de diferentes portes e setores a reutilizar subprodutos de seus processos, buscando reduzir o descarte e gerar receita por meio da redução de custos de disposição e geração de oportunidades comerciais por meio do compartilhamento de recursos, ativos e conhecimentos.

As metodologias adotadas pelas empresas são avaliadas caso a caso e supervisionadas por um executivo nacional quem coordena as sinergias e mede a troca de melhores práticas.

Os resultados demonstrados no período 2005-2014 foram: Mais de 5,2 toneladas de resíduos que deixaram de ser descartadas, eliminação de 357.000 toneladas de resíduos perigosos, prevenção do uso de 7,9 milhões de toneladas de recursos naturais, prevenção do uso de 9,4 milhões de toneladas de água industrial,

redução de custos de £131 milhões para as empresas participantes e geração de £151 milhões em receitas para as empresas participantes. (CNI, 2014).

- Guayama: O município de Guayama, na costa sudeste de Porto Rico, mede 169 km<sup>2</sup> e tem uma população aproximada de 42.000 habitantes. Antes de 1940, Guayama era principalmente uma economia agrícola. Após um período de industrialização nas décadas de 1940 e 1950 começou a se desenvolver a indústria.

As principais atividades do parque são geração de energia a combustível, plantas farmacêuticas e refinaria de petróleo.

As trocas atuais em Guayama incluem a usina de energia a carvão, usando água recuperada de uma estação de tratamento de águas residuais pública para arrefecimento e fornecimento de vapor para a refinaria. Outras trocas de vapor e águas residuais estão sendo negociadas entre plantas farmacêuticas, a refinaria e a usina. (CHERTOW, 2000).

- Kwinana: A área industrial de Kwinana foi estabelecida em 1950 na região oeste da Austrália. Tem uma área de 120Km<sup>2</sup> e está localizado a cerca de 40 Km ao sul da cidade de Perth. (MACCHIAVELLI ASCURINAGA, 2008).

Atualmente, existem 47 sinergias industriais, das quais 32 correspondem a sinergias de subprodutos que envolvem reutilização e 15 que operam sob infraestrutura compartilhada.

Entre os participantes principais se encontram uma refinaria de alumínio, um níquel e uma refinaria de petróleo, usinas de carvão e gás, uma fábrica de cimento, três grandes fábricas de produtos químicos e uma fábrica de pigmentos. (MACCHIAVELLI ASCURINAGA, 2008).

São registrados anualmente 260.000 Tn de resíduos desviados de aterros, economias de 6 GL de água, 72 GWh de energia, reduções de 377.000 Tn de CO<sub>2</sub>, 40% de emissões de NO<sub>x</sub>, 90% de emissões de SO<sub>x</sub> além de serem reutilizados 10.000 Tn de gesso por ano. (ONITA, 2006).

- Gladstone: É um dos aglomerados industriais minerais na Austrália, está localizado a 540 Km ao norte de Brisbane.

Inclui uma central de carvão, duas refinarias de alumínio e um fundidor, produtor de cimento e produtor de nitrato de amônia. Existem 6 empresas participantes e os benefícios ambientais alcançados por diferentes redes simbióticas: aproximadamente 10.000 toneladas por subproduto de gesso

recuperado para reutilização, 170.000 toneladas anuais de redução de emissões de CO<sub>2</sub>. (VAN BEERS et al, 2006).

- Filipinas: Em Pahinga, Candelaria, Quezon, nas Filipinas, encontra-se localizada uma das maiores fábricas de produção de coco dessecado com 13 hectares de instalações e capacidade produtiva de 22.000 toneladas por ano. Esta atividade provoca uma grande quantidade de efluentes com alta carga orgânica gerando poluição significativa no ambiente local. Por meio de uma aliança entre empresas, atualmente a água de coco é coletada, concentrada, congelada e enviada para Taiwan, onde outra empresa a utiliza como insumo. Isso permitiu reduzir em aproximadamente 50% o despejo de DBO, ao mesmo tempo em que reduziu em 10% os custos do tratamento de efluentes. Desta forma, novamente graças à simbiose industrial, houve uma economia de matéria-prima e uma redução nos resíduos gerados. (MACCHIAVELLI ASCURINAGA, 2008).

- China: Na província chinesa de Shandong, mais especificamente na zona econômica e tecnológica Weifang Binhai (WBETDZ), está localizado o parque Hai Hua, este apresenta uma simbiose química industrial característica baseada no uso de salmoura subterrânea e o aproveitamento da água do mar.

Os principais participantes são uma fábrica de refrigerantes, uma usina de energia térmica, uma petroquímica e várias indústrias químicas como bromo, sulfato de potássio e cloreto de cálcio.

Em 2005, foi designado como Parque Eco-industrial modelo pelo Ministério de Ecologia e Meio Ambiente da China e é atualmente o único parque químico marinho industrial eco-industrial na China. (CUI, 2017).

Como pode-se observar, quase toda a literatura consultada se concentra em estudos realizados em países como Dinamarca, Austrália ou Reino Unido. Existem poucos casos em que os projetos tratados correspondem a países em desenvolvimento.

No entanto, como menciona (CHERTOW & PARK, 2018) com base no World Economic Outlook (FMI, 2019), os mercados emergentes e as economias em desenvolvimento cobrem 154 países, representando 86% da população mundial e 59% do PIB global. A indústria nesses países emergentes apresenta taxas de crescimento significativamente altas e, para alguns autores como Vieira e Veríssimo

(2009), até poderiam se tornar, nos próximos cinquenta anos a principal força na economia global.

Mas esse crescimento traz um desafio associado que toda economia deve enfrentar no futuro. Conforme estabelecido pela BS 8001:2017 (BSI,2017a), espera-se que a demanda global por produtos e serviços aumente progressivamente à medida que a população global também cresce. Isso trará uma maior demanda associada por recursos naturais já limitados, o que inevitavelmente exigirá uma mudança disruptiva na forma como as coisas são produzidas e consumidas.

Segundo a BS 8001:2017, a economia circular propõe uma solução para o problema, propondo um sistema econômico global capaz de prosperar a longo prazo, gerando economias mais resilientes que levem a um ambiente mais saudável.

As organizações deverão ser os principais impulsionadores dessa transição, aplicando os princípios da economia circular a seus processos. Isso não apenas trará benefícios em escala global, mas também gerará benefícios para as mesmas empresas, como redução de custos, novas fontes de inovação e renda e melhor relacionamento com os clientes. (BSI,2017).

## 2.4 CONTEXTO BRASILEIRO

Como abordado na tese de mestrado de Oberlaender (2016), no Brasil podem-se mencionar diversos casos de tentativas de montagem de parques industriais ecológicos onde a simbiose seria aplicada entre os participantes. Um exemplo disso foi o que aconteceu no Rio de Janeiro através do programa Rio Ecopolo liderado pelo atual Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Essa iniciativa foi enquadrada no decreto 31.339 / 2002, que fomentou o desenvolvimento industrial e contou com o apoio da (FIRJAN). Desta forma, no ano 2002, quatro eco polos foram estabelecidos: Distrito Industrial de Santa Cruz, distrito Industrial de Campos Elíseos, Fazenda Botafogo e Sul Fluminense. Finalmente, devido à falta de trabalho cooperativo e mudanças no governo, o programa não prosperou.

Outro exemplo que Oberlaender (2016) expõe em seu trabalho é a iniciativa que leva adiante a Federação de Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG), a qual começou no ano 2009, conta atualmente com 317 empresas participantes e

até 2014 tinha reportado uma redução de 139.793 toneladas de resíduos dispostos em aterros, 194.815 toneladas de recursos naturais economizados, 87.476 toneladas de emissões de carbono evitadas, a reutilização de 13.650.000 m<sup>3</sup> de água e a redução de custos de R\$8.768.683,00 para as empresas participantes (CNI, 2014).

Além disso, é importante destacar que existem muitos outros esforços e organizações trabalhando por uma produção mais consciente e sustentável. Como exemplo, pode se mencionar o caso da Ellen MacArthur Foundation, uma organização constituída em 2010 que trabalha com empresas, governos e universidades com o objetivo de acelerar a transição para a economia circular. Entre os diversos programas que a fundação oferece, encontra-se o Circular Economy 100 (CE100), que reúne aqueles participantes em uma rede que possibilita a geração de novas oportunidades rumo a uma economia circular (EMF, 2017).

Particularmente no Brasil, o CE100 foi lançado em outubro de 2015. As características mercadológicas, sociais e naturais do país sul-americano oferecem um cenário atraente para a exploração de oportunidades que permitam, por meio da economia circular e seus princípios, eliminar externalidades negativas da economia tradicional (EMF, 2017).

Se bem os lineamentos e conceitos da economia circular nos países latino-americanos não se encontram tão avançados como em outros países do mundo, no Brasil existem organizações que veem esses princípios como fatores orientadores da inovação com potencial comprovado de criação de valor e como uma oportunidade de se diferenciar no mercado, mesmo em tempos de turbulência econômica e limitações orçamentárias (EMF, 2017).

## 2.5 QUADRO JURIDICO

Devido a que os dados fornecidos contêm resíduos Classe I e resíduos Classe II, com o objetivo de focar o estudo, eles serão classificados conforme a legislação vigente. A seguir será apresentado o quadro jurídico que regula e classifica aqueles resíduos.

No Brasil, a política nacional de resíduos sólidos é regulamentada pela lei 12.305, aprovada em 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010). A mesma basicamente



dispõe seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

A lei supracitada, define resíduo sólido como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A norma ABNT NBR 10004: 2004 (BRASIL, 2004) fornece a classificação mais conhecida dos resíduos sólidos baseada em seus riscos potenciais para o meio ambiente e a saúde pública, com o objetivo de facilitar seu gerenciamento. É dita classificação a qual será utilizada e basicamente os divide em dois grupos: Os perigosos (Classe I) e os não perigosos (Classe II).

Aqueles que apresentam características de corrosividade, toxicidade, inflamabilidade, reatividade, inflamabilidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade ou mutagenicidade representando um à saúde pública ou à qualidade ambiental são considerados Classe I.

Enquanto aos de tipo classe II (Não perigosos) existem duas classificações: Resíduos classe II A (Não inertes) e Resíduos Classe II B (Inertes). Os não inertes são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B- Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A – Não inertes, podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Por último, os resíduos inertes são aqueles que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Produto da complexidade no gerenciamento e tratamento que implicam os resíduos sólidos Classe I (Perigosos) o plano do trabalho da pesquisa será limitado somente aos resíduos Classe II A e Classe II B segundo a classificação exposta acima.

### 3 METODOLOGIA

Segundo Lehfeld (1991) uma pesquisa é um procedimento sistemático e intensivo que tem por objetivo descobrir e interpretar os fatos que estão inseridos em uma determinada realidade.

Conforme ao estabelecido por Gerhardt e Silveira (2009), as pesquisas podem se classificar de acordo com: abordagem, natureza, objetivos e procedimentos.

Assim, o seguinte trabalho é classificado da seguinte maneira:

➤ Quanto à abordagem: Pesquisa quantitativa. É centrada na objetividade, a realidade e causas dos fenômenos são descritos através da linguagem matemático e relações entre variáveis. Os resultados podem ser quantificados (FONSECA, 2002).

➤ Quanto à natureza: Pesquisa aplicada. Envolve verdades e interesses locais visando gerar conhecimentos para aplicação prática capazes de resolver problemas específicos.

➤ Quanto aos objetivos: Pesquisa Descritiva. Pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987).

➤ Quanto aos procedimentos: Pesquisa bibliográfica - Estudo de Caso. Investigação feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites (FONSECA, 2002). Com base no mencionado, é feito um estudo de caso que, segundo Yin (2015), consiste em um profundo e exaustivo análise dos objetos de investigação permitindo melhor conhecimento da realidade e fenômenos pesquisados.

### 3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após classificar a pesquisa, a mesma foi desenvolvida conforme as seguintes etapas:

**Figura 2 – Etapas da pesquisa**



**Fonte: Autoria Própria**

#### 3.1.1 Etapa 1: Seleção e Delimitação do Tópico de Estudo.

Primeiramente, definiu-se o tema que dá origem à presente pesquisa consultando diversos artigos e publicações relacionados à Economia Circular, gerando o interesse de desenvolver o tópico de Simbiose Industrial.

Numa segunda fase, definiu-se o objetivo geral do trabalho para conseguir orientá-lo e fixar seu propósito. Seguidamente, foram estabelecidos um conjunto de objetivos específicos que direcionam o desenvolvimento da pesquisa.

Em terceiro lugar, foi detalhada a justificativa que visa demonstrar a importância do trabalho e a necessidade de desenvolvê-lo.

### 3.1.2 Etapa 2: Fundamentação Teórica.

O referencial teórico busca fornecer todos os conceitos e informações necessários para alcançar um melhor entendimento para o leitor. Para isso, livros e artigos disponíveis em bases acadêmicas como Science Direct, Scielo, Capes, Scopus, entre outros, foram consultados.

### 3.1.3 Etapa 3: Metodologia.

Numa primeira etapa foi classificada a pesquisa para conseguir o embasamento teórico adequado e desta maneira fornecer confiabilidade ao estudo realizado.

Após a classificação, foram listadas as etapas em que será desenvolvido o trabalho com a finalidade de estabelecer uma ordem lógica e conseguir atingi-las corretamente. A seguir são mencionadas ditas etapas:

- Seleção e delimitação do tópico de estudo;
- Fundamentação teórica;
- Metodologia;
- Coleta de dados;
- Análise dos dados;
- Apresentação dos resultados e considerações finais.

### 3.1.4 Etapa 4: Coleta de Dados.

Para conhecer a realidade atual do campo de estudo foram utilizadas duas fontes de dados, a primeira derivou da aplicação de um formulário dirigido as

organizações estabelecidas na região dos Campos Gerais o qual está disponível no apêndice, e a segunda fonte resultou do contato com uma empresa parceira que se ofereceu para colaborar com o projeto. Os dados fornecidos também se encontram disponíveis no apêndice.

### 3.1.5 Etapa 5: Análise dos Dados.

A análise dos dados permitiu a interpretação da realidade conhecendo a dinâmica e o comportamento dos diferentes agentes que compõem o sistema em estudo.

Para tanto, foi criado um banco de dados com as informações obtidas, onde os dados de maior interesse para o estudo foram as quantidades e os tipos de resíduos gerados na região.

A partir desses dados, começou-se a pesquisar os possíveis usos de aqueles resíduos e o ramo industrial onde eles poderiam ser realocados.

As ferramentas de trabalho utilizadas foram o Excel, que permitiu realizar o planejado de forma simples e sem custo, e o Power BI, que permitiu a criação de relatórios e gráficos que simplificaram as análises realizadas.

### 3.1.6 Etapa 6: Apresentação dos Resultados e Considerações Finais.

Finalmente, realizou-se a apresentação dos resultados obtidos no desenvolvimento da pesquisa e expostas as considerações e comentários finais.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 OBTENÇÃO DOS DADOS

#### 4.1.1 Questionário.

Como foi mencionado na quarta etapa do Procedimento Metodológico, a coleta de dados foi iniciada por meio de um formulário dirigido a organizações estabelecidas na região dos Campos Gerais. Porém, as informações obtidas por esse meio não cumpriram as expectativas enquanto a qualidade e quantidade dos dados registrados e tiveram que ser procuradas fontes alternativas de obtenção de dados que serão expostas em páginas seguintes.

O formulário em questão foi enviado a 35 empresas localizadas na região dos Campos Gerais e só 8 respostas foram recebidas, representando um 23% das organizações.

Outro inconveniente detectado na coleta de dados por esse meio foi a falta de qualidade nas respostas, principalmente informações incompletas que não permitiram desenvolver uma avaliação válida.

Analisando as respostas obtidas, a pergunta: “A empresa onde você trabalha, gera resíduos classe II (resíduos não perigosos)?” foi respondida por todas as empresas que preencheram o formulário e o 100% delas geram resíduos não perigosos. Considerando essa resposta, foi realizada a terceira pergunta do questionário: “Quais os tipos de resíduos Classe II (resíduos não perigosos) e em que quantidades mensais são produzidas pela empresa?”. Tal pergunta recebeu zero respostas e impossibilitou continuar utilizando o formulário como fonte de dados.

Numa primeira instância, estimou-se que a baixa quantidade de respostas foi devido a uma atitude passiva por parte das empresas na participação de tópicos referidos a Economia Circular e/ou de uma falta de tempo dos responsáveis para preencher o formulário solicitado.

Ditas premissas foram confirmadas logo com a pesquisa sobre Economia Circular feita pela CNI. Ela foi publicada o 24 de setembro de 2019 e consistiu numa

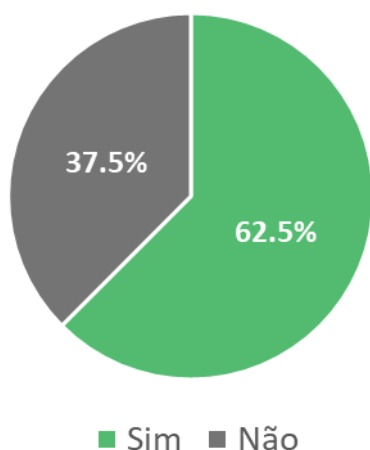
amostra de 1.261 empresas distribuídas ao longo de todo Brasil que apresentou perguntas similares às que foram feitas no nosso questionário.

Apesar de que o questionário acabou não sendo utilizado, é importante analisar e comparar os resultados de aquelas perguntas que coincidiram em ambas pesquisas.

A primeira questão considerada equivalente entre os questionários foi enfocada a saber se as empresas conhecem ou tinham ouvido falar sobre Economia Circular. Os gráficos a continuação, apresentam os resultados obtidos.

**Figura 3 – Resultados pesquisa própria 1**

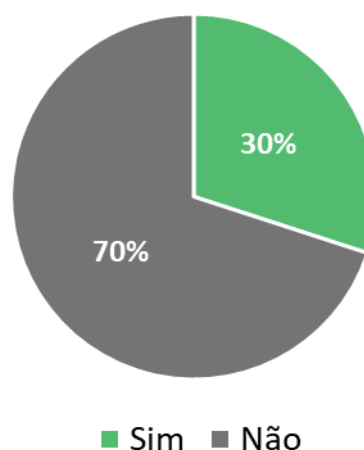
A empresa conhece ou considera os conceitos de Economia Circular?



Fonte: Autoria própria

**Figura 4 – Resultados pesquisa CNI 1**

Ouviram falar sobre Economia Circular?



Fonte: CNI, 2019

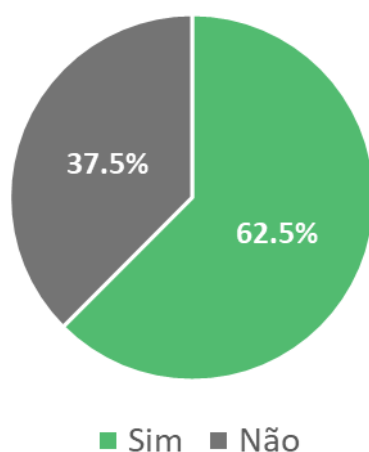
Como pode se observar, os resultados apresentam uma divergência considerável, sendo quase opostos. Em primeiro lugar, isso pode se dever à grande diferença no tamanho da amostra, já que a pesquisa própria considerou 8 empresas e a da CNI abarcou 1.261 empresas. Em segundo lugar, outra hipótese contemplada é a região geográfica que analisou cada uma, a pesquisa da CNI foi feita ao longo de todo Brasil e o nosso questionário foi focado só na região dos Campos Gerais.

Outra das questões que apresentou equivalência entre as pesquisas perguntava se a empresa aplicava os conceitos ou desenvolvia ações relacionadas à Economia Circular. Se obtiveram os seguintes resultados:



**Figura 5 – Resultados pesquisa própria 2**

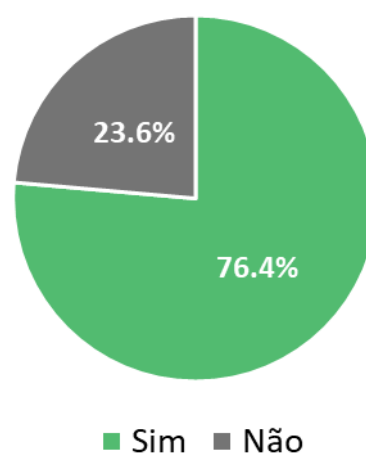
A empresa aplica os conceitos de Economia Circular?



Fonte: Autoria própria

**Figura 6 – Resultados pesquisa CNI 2**

Desenvolvem ações relacionadas à Economia Circular?

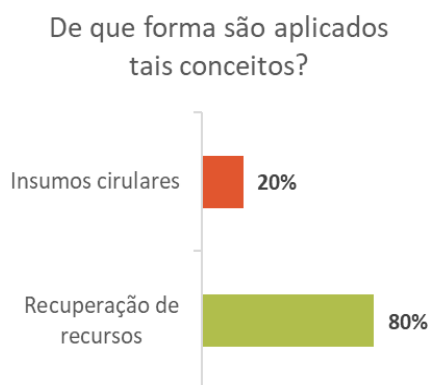


Fonte: CNI, 2019

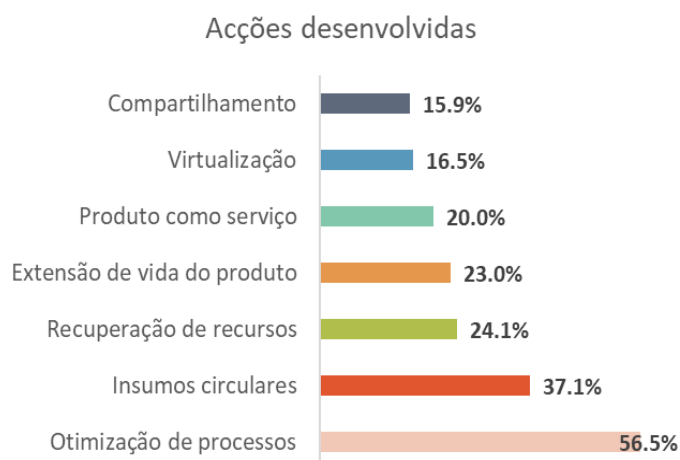
Nesse caso, existe uma grande similitude entre as respostas. Em consequência, pode se dizer que ambas pesquisas coincidem em que as empresas aplicam os conceitos de Economia Circular, o qual é um sinal de que elas estão cientes dos benefícios que a aplicação de tais conceitos pode trazer.

Um ponto observado na nossa pesquisa foi que uma daquelas empresas que responderam que não conhecia os conceitos de Economia Circular, ao longo do questionário acabou informando que aplica simbiose industrial, tanto no seu ingresso de matéria prima (como resíduo proveniente de outra empresa) assim como na sua saída de resíduos (sendo eles destinados para outra empresa utilizarem). Isso permite notar que existem empresas que aproveitam os benefícios que a aplicação da Economia Circular produz, mas são desenvolvidos de maneira inconsciente.

A terceira pergunta em comum está relacionada à forma em que essas empresas aplicam os conceitos de Economia Circular resultando em:

**Figura 7 – Resultados pesquisa própria 3**

Fonte: Autoria própria

**Figura 8 – Resultados pesquisa CNI 3**

Fonte: CNI, 2019

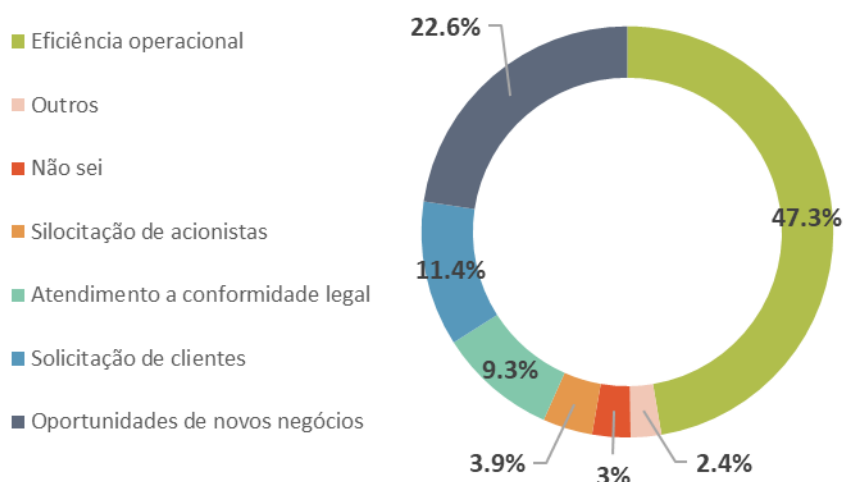
Devido à maior quantidade de empresas questionadas pela CNI, sua resposta nesta pergunta obteve resultados mais diversos.

Porém, pode se observar que a segundas e terceiras maiores utilizações levantadas pela CNI, são as mesmas que foram obtidas na nossa pesquisa.

Por último, a CNI fez uma questão que na nossa pesquisa não foi considerada, mas brinda dados importantes que são apresentados a continuação:

**Figura 9 – Resultados pesquisa CNI 4**

Por que já realizam essas práticas?



Fonte: CNI, 2019

O resultado obtido nesta questão ajuda a entender a situação de aquela empresa que respondeu que aplica os conceitos de Economia Circular, mesmo não conhecendo eles como tal. No resultado dessa questão, pode-se notar que, apesar de grande parte das empresas aplicarem Economia Circular, isso ocorre por uma procura nos benefícios que a iniciativa poderia trazer. Também existem outros fatores que influem na decisão das empresas no momento de desenvolver essas atividades, como pode ser solicitações dos clientes, atendimentos a conformidades legais, etc.

Finalmente, conforme o analisado acima, pode se concluir que além das diferenças já mencionadas entre as pesquisas, a direção do trabalho estava alinhada com a tendência e resultados que paralelamente informava a CNI.

O cenário descrito deixa ao descoberto uma clara falta de educação, conhecimento e informação ambiental de parte do setor industrial. Essa situação, complica consideravelmente a transição para um modelo circular e impacta diretamente nas possibilidades de aplicar os conceitos de simbiose industrial, devido a que, como foi exposto na seção dois, a simbiose industrial é um complexo sistema multi, inter e transdisciplinar que não depende só da componente técnica senão que também precisa compromisso social para ser bem sucedida.

#### 4.1.2 Fontes Alternativas

Uma empresa dedicada à coleta e gerenciamento de resíduos da cidade de Ponta Grossa ofereceu-se como parceira do estudo.

Logo de uma série de reuniões com um representante da organização, foram fornecidos dados relacionados ao tipo e quantidade do resíduo gerado por os 10 principais clientes, ao longo dos últimos 6 meses. É importante mencionar que os nomes das empresas não foram fornecidos para manter a privacidade das mesmas.

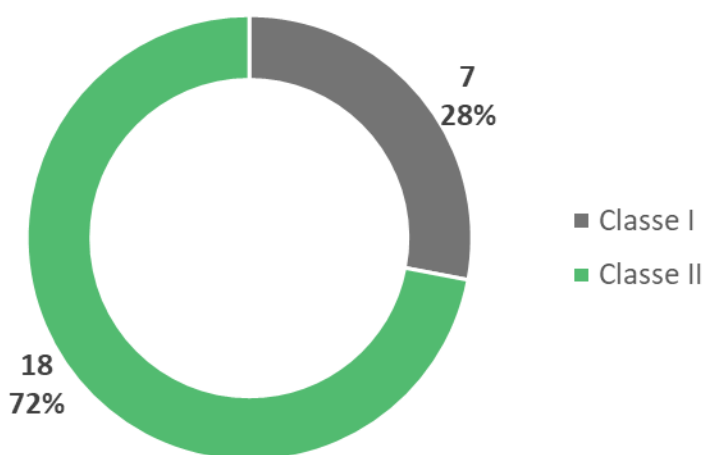
Os dados encontram-se disponíveis no apêndice do presente trabalho.

## 5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Nos dados obtidos, identificou-se 25 tipos de resíduos que seguidamente foram classificados em Classe I e Classe II, conforme a Norma ABNT NBR 10004: 2004, já mencionada parágrafos acima.

A continuação mostra-se um gráfico que detalha a participação de resíduos Classe I e Classe II no total de dados obtidos do período considerado.

**Figura 10 – Quantidade de resíduos por tipo**



Fonte: Autoria própria

Conforme o explicado na seção 4.2 presente trabalho, só foram analisados os resíduos Classe II. Obteve-se um total de 18 resíduos dessa categoria que geram 1.726,02 toneladas no período.

Com a finalidade de dar para cada resíduo uma revalorização conforme suas características, foi desenvolvida uma tabela que apresenta os possíveis usos deles e as quantidades geradas de cada um. A continuação é apresentada dita tabela.

**Tabela 1 – Resíduos e revalorizações.**

RESÍDUO	DESTINO/REVALORIZAÇÃO
Embalagens plásticos contaminados com molho	Devido à dificuldade de descontaminar aquele resíduo para reaproveitar o plástico, ele não será considerado na análise desse trabalho.
Resíduos de construção civil	G1: Reciclagem / Reutilização na indústria de fabricação de materiais de construção.

Lodo	G3: Utilização agrícola. G1: Matéria prima na indústria de fabricação de materiais de construção.
Restos de alimentos (Carnes e Ossos)	G6: Matéria prima na indústria alimentícia. G2: Geração de energia (Biodigestor).
Borra do licor da celulose	Devido à dificuldade de tratamento de aquele resíduo e a falta de tecnologias na Região que permitam seu aproveitamento, ele não será considerado na análise desse trabalho.
Resíduo líquido não contaminado	G1: Matéria prima na indústria de fabricação de materiais de construção. G4: Matéria prima na indústria papelreira. G2: Geração de energia (Calefação/Refrigeração).
Madeira	G2: Geração de energia (Biomassa). G5: Matéria prima na indústria madeireira.
Estrume animal (Bovino)	G2: Geração de energia (Biodigestor). G1: Matéria prima na indústria de fabricação de materiais de construção. G3: Utilização agrícola.
Sólidos não contaminados (RSU)	Devido a que não existem nos Campos Gerais tecnologias que permitam o reaproveitamento de resíduos com aquelas características, eles não serão considerados na análise desse trabalho.
Pó de serragem	G2: Geração de energia (Biomassa). G8: Utilização avícola. G3: Utilização agrícola. G5: Matéria prima na indústria de fabricação de madeira.
Restos de alimentos (Refeitório)	G2: Geração de energia (Biodigestor).
Sementes ardidas	G2: Geração de energia (Biodigestor). G3: Utilização agrícola.
Reciclável plástico (Filme transparente)	G9: Reciclagem/reutilização na indústria plástica.
Reciclável papel e papelão	G4: Reciclagem/reutilização na indústria papelreira.
Lixo agrícola (Sementes e pedras)	G2: Geração de energia (Biodigestor).
Big bags	G9: Reciclagem/reutilização na indústria plástica.
Cinza de Caldeira	G3: Utilização agrícola. G1: Matéria prima na indústria de fabricação de materiais de construção.
Sucata metálica	G10: Reciclagem/reutilização na indústria metalúrgica.

---

**Fonte: Autoria Própria**

Após a definição dos potenciais destinos de reaproveitamento desses resíduos, foi realizada uma análise juntando-os em grupos conforme a sua possível utilização. A seguir, serão apresentados os grupos definidos e as quantidades de resíduos que esse grupo gera no período considerado.

**Tabela 2 - GRUPO 1: Construção (Tijolos, Obras de construção civil, Cimento Portland)**

<b>Resíduo</b>	<b>QUANTIDADE GERADA (Toneladas/Período)</b>
Cinza de caldeira	2,62
Lodo	191,82
Resíduo de construção civil	201,05
Resíduo líquido não contaminado	138,23
Estrume animal	105,79
<b>TOTAL</b>	<b>639,51</b>

Cinza de caldeira, Lodo, Resíduo líquido não contaminado e Estrume animal são resíduos que poderiam ser utilizados para a criação de tijolos ecológicos.

No caso de Resíduo de construção civil e Resíduo líquido não contaminado, existe possibilidade de revalorização fazendo fundação em obras de construção civil.

Finalmente, a Cinza de caldeira também poderia ser utilizada como substituição parcial do cimento Portland incluindo também o Resíduo líquido não contaminado para a preparação mesma do cimento.

**Tabela 3 - GRUPO 2: Recuperação energética (Biodigestor, Briquetes)**

<b>Resíduo</b>	<b>QUANTIDADE GERADA (Toneladas/Período)</b>
Lixo agrícola (Sementes e pedras)	4,85
Sementes ardidas	58,06
Restos de alimentos (Carnes e ossos)	190,32
Restos de alimentos (Refeitório)	37,26
Estrume animal	105,79
Pó de serragem	93,55
Madeira	121,43
<b>TOTAL</b>	<b>611,26</b>

Analisando os resíduos desse grupo, chegou-se à conclusão que poderiam ser divididos em dois subgrupos. O primeiro é composto por Lixo agrícola,

Sementes ardidas, Restos de alimentos (Carnes, Ossos e Refeitório) e Estrume animal que, devido às pequenas quantidades geradas no período, poderiam ser aproveitados em biodigestores. Mesmo assim deverão se ter os cuidados necessários para não afetar a saúde do biodigestor.

O segundo subgrupo é composto por Pó de serragem e Madeira, resíduos que poderiam ser aproveitados como matéria prima na fabricação de briquetas, cavaco e demais componentes utilizáveis na geração de energia térmica.

**Tabela 4 - GRUPO 3: Compostagem (Adubo, Fertilizante)**

<b>Resíduo</b>	<b>QUANTIDADE GERADA (Toneladas/Período)</b>
Cinza de caldeira	2,62
Lodo	191,82
Sementes ardidas	58,06
Pó de serragem	93,55
Estrume animal	105,79
<b>TOTAL</b>	<b>451,84</b>

Todos os resíduos incluídos nesse grupo têm potencialidade para ser aproveitados na técnica de compostagem acelerada. Essa modalidade está sendo muito utilizada na região devido aos grandes ganhos em questão de tempo (aproximadamente 120 dias), permitindo aproveitar quantidades maiores de resíduo num mesmo período.

**Tabela 5 - GRUPO 4: Papel (Reciclagem, fabricação)**

<b>Resíduo</b>	<b>QUANTIDADE GERADA (Toneladas/Período)</b>
Madeira	121,43
Reciclável papel papelão	8,85
Resíduo líquido não contaminado	138,23
<b>TOTAL</b>	<b>268,51</b>

A madeira poderia ser utilizada como matéria prima na fabricação de papel/papelão.

O Reciclável papel/papelão seria aproveitado incluindo ele de novo na cadeia do valor.

Finalmente, o Resíduo líquido não contaminado poderia ser utilizado para ambos casos no processo de produção do papel/papelão.

**Tabela 6 - GRUPO 5: Madeira (Reciclagem)**

<b>Resíduo</b>	<b>QUANTIDADE GERADA (Toneladas/Período)</b>
Madeira	121,43
Pó de serragem	93,55
<b>TOTAL</b>	<b>214,98</b>

Observou-se que ambos resíduos têm potencialidade de utilização como matéria prima na indústria madeireira para a fabricação de MDF (Medium Density Fiberboard) ou MDP (Medium Density Particleboard).

**Tabela 7 - GRUPO 6: Alimentos (Farinha de osso)**

<b>Resíduo</b>	<b>QUANTIDADE GERADA (Toneladas/Período)</b>
Restos de alimentos (Carnes e ossos)	190,32
<b>TOTAL</b>	<b>190,32</b>

Considerando a possibilidade de separar a carne dos ossos, poderia ser valorizado o osso na fabricação de farinha, rica em cálcio, fósforo e magnésio. Essa farinha tem múltiplas aplicações, como por exemplo utilização agrícola, como fertilizante para o enriquecimento dos solos.

**Tabela 8 - GRUPO 7: Líquidos (Geração de energia)**

<b>Resíduo</b>	<b>QUANTIDADE GERADA (Toneladas/Período)</b>
Resíduo líquido não contaminado	138,23
<b>TOTAL</b>	<b>138,23</b>

Esse líquido provém de Efluentes Classe II tratados e sem contaminação que poderia ser utilizado na geração de energia calorífica (exemplo vapor) ou como fluido de refrigeração.

OBS: Em todas as aplicações mencionadas desse resíduo (Grupo 1,4 e 7), deverão se realizar estudos específicos em cada caso para verificar se ele se encontrar em condições para ser aplicado de maneira direta ou se deveria receber



algum tratamento prévio. Sua utilização também vai depender de alguns outros fatores como logística, legislação, custos, entre outros.

**Tabela 9 - GRUPO 8: Animal (Criação intensiva de aves)**

<b>Resíduo</b>	<b>QUANTIDADE GERADA (Toneladas/Período)</b>
Pó de serragem	93,55
<b>TOTAL</b>	<b>93,55</b>

Identificou-se que esse resíduo poderia ser utilizado na criação intensiva de aves como cama de aviário.

**Tabela 10 - GRUPO 9: Plásticos (Reciclagem)**

<b>Resíduo</b>	<b>QUANTIDADE GERADA (Toneladas/Período)</b>
Big Bags	3,76
Reciclável plástico	10,32
<b>TOTAL</b>	<b>14,08</b>

Devido a sua potencialidade de reciclagem, esse resíduo será revalorizado incluindo-o novamente na cadeia de valor por meio da fabricação de produtos plásticos.

**Tabela 11 - GRUPO 10: Metais (Reciclagem)**

<b>Resíduo</b>	<b>QUANTIDADE GERADA (Toneladas/Período)</b>
Sucata metálica	1,37
<b>TOTAL</b>	<b>1,37</b>

Ao igual que o resíduo plástico, a Sucata metálica será revalorizada incluindo-a novamente na cadeia de valor através da reciclagem.

A partir da amostra estudada chegou-se às seguintes conclusões, baseadas numa análise quantitativa dos Quilogramas de cada grupo de revalorização. A mesma será apresentada a seguir.

Em primeiro lugar, foram analisados um total de 1.969,46 Tn de resíduos dos quais 243,44 Tn (12,36%) são de tipo Classe I e os restantes 1.726,02 Tn (87,64%) de tipo Classe II. Dentro desses resíduos tipo Classe II, foi detectado que

1.169,28 Tn (59,38%) possuem capacidade de revalorização e só 800,18 Tn (40,62%) não é possível reutilizar.

Em segundo lugar, evidenciou-se a predominância que mantém alguns tipos de revalorizações. Só entre os quatro maiores tipos se acumulam o 75,13% de Kg a serem reaproveitados, Construção 24,37%, Energia 23,3%, Compostagem 17,22% e Papel 10,23%, sendo seguidos por Madeira 8,19%, Alimentos 7,25%, Líquidos 5,27%, Animal 3,57%, Plásticos 0,54% e finalmente metais 0,05%.

Analisando os Campos Gerais, a autora LUCINI (2018) conseguiu identificar as quantidades de empresas existentes nesta região. Conforme essa informação, se estabeleceu uma relação entre o grupo de resíduo e a presença do setor de conexão na região, conforme a quantidades de empresas do setor.

**Tabela 12 – Grupo de resíduo – Setor de conexão**

<b>GRUPO</b>	<b>SETOR DE CONEXÃO</b>	<b>QUANTIDADE DE EMPRESAS</b>
GRUPO 1: Construção	Construção de edifícios	1.337
GRUPO 2: Recuperação energética	Eletricidade, Gás e outras utilidades	28
GRUPO 3: Compostagem	Agricultura e pecuária	654
GRUPO 4: Papel	Fabricação de celulose, papel e outro produtos de papel	122
GRUPO 5: Madeira	Fabricação de produtos de madeira	1.341
GRUPO 6: Alimentos	Fabricação de produtos alimentícios	1.306
GRUPO 7: Líquidos	Captação, tratamento e distribuição de Água.	4
GRUPO 8: Animal	Agricultura e pecuária	654
GRUPO 9: Plásticos	Fabricação de produtos de borracha e material plástico	123
GRUPO 10: Metais	Metalurgia	34

**Fonte: Autoria Própria**

Pode se observar que existe uma importante presença do setor da Construção na região. Isso apresenta um cenário muito positivo para o grupo “Construção” que é o resíduo mais gerado e poderia encontrar grandes oportunidades de revalorização.

Analisando os 3 grupos de resíduos seguintes com maior geração, Recuperação energética, Compostagem e Papel, pode se observar que apesar de não apresentar uma presença tão grande como o setor da Construção, Madeira ou Alimentos, há empresas dedicadas a esses setores o que indica que também existem possibilidades de aproveitamento desses resíduos se as empresas estiveram dispostas a incluí-los dentro da cadeia produtiva.

Analisando o caso de Madeira e Alimentos, como já foi mencionado acima, se observa uma importante presença desses setores na região. Esse cenário é muito favorável, já que existem grandes probabilidades de que alguma empresa esteja disposta a aproveitar aqueles resíduos, mas devido à pequena quantidade gerada, poderia existir alguma negativa do setor empresarial devido ao custo e esforço que potencialmente o benefício poderia não compensar.

Finalmente, os últimos 4 grupos de resíduos apresentam uma quantidade pequena de empresas de cada setor o qual também é acompanhado por uma pequena quantidade de resíduos gerados. Deveria existir uma iniciativa do setor empresarial para que aquelas empresas consigam incluir esses resíduos na cadeia de valor sem incorrer em grandes custos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É uma realidade que durante os processos evolutivos e de desenvolvimento acontecidos ao longo da história o ser humano conquistou um padrão elevado de qualidade de vida ao mesmo tempo em que a população mundial crescia. Atualmente, a população continua crescendo e com ela crescem também de maneira progressiva a demanda de produtos e serviços, tendo como consequência um aumento inevitável da demanda de recursos naturais, os quais são limitados e cada vez mais escassos.

O setor industrial assume em efeito um papel fundamental para o futuro tendo a responsabilidade de não só manter e melhorar essa qualidade de vida, mas também ampliar a mesma para que abranja uma maior porção da população mundial. Isso traz associados desafios como inovação no desenho do produto, diminuição da dependência de matérias primas virgens, redução das perdas nos processos produtivos, planejar sistemas e canais de distribuição mais eficientes, ampliar serviços de manutenção e reparo de produtos, entre outros.

Contudo, se isso não acontecer dentro de um marco ambientalmente ciente e amigável, a economia mundial corre importantes riscos. A população mundial continua em crescimento e os recursos são cada vez mais escassos. Com isso, se não houver uma transição do modelo econômico linear para um modelo circular, o risco de não conseguir cobrir as necessidades da população aumenta consideravelmente.

Os países europeus já demonstraram preocupação e começaram a tomar ações visando uma mudança no paradigma. Porém, pensamos que o foco principal deve estar nos países emergentes, autores como Veira e Veríssimo afirmam que poderiam se tornar a principal força da economia global nos próximos cinquenta anos e informes do FMI determinam que os mesmos contêm o 86% da população mundial, 59% do PIB global e suas taxas de crescimento industrial são significativamente altas, convertendo-se assim em peças fundamentais do novo cenário mundial.

A fim de colaborar com a causa, no trabalho se estudou a possibilidade de implementar uma das ferramentas da Economia Circular conhecida como Simbiose Industrial na região dos Campos Gerais, PR, Brasil.

A primeira conclusão é que dita região possui um potencial considerável em termos econômicos, naturais, geográficos e sociais que permitiria estabelecer conexões entre os agentes que a compõem, conseguindo aproveitar ou revalorizar 59,38% dos resíduos no caso estudados.

No entanto, a través da pesquisa desenvolvida, foram detectados importantes entraves para a aplicação do projeto, principalmente escassez de informação, falta de dados, falta de educação ambiental, desconhecimento da problemática e pouco compromisso e colaboração por parte das empresas.

Isso não significa que a proposta seja inviável. A região conta com tudo o necessário para a implementação de Simbiose Industrial, mas continuando com a atitude que os principais agentes demonstraram, será difícil o emprego da iniciativa.

Concordando com o estabelecido no informe da CNI, consideramos que para que a Economia Circular se realize no Brasil, será necessário trabalhar na confecção de caminhos estratégicos em cinco linhas de atuação principais: Políticas Públicas; Educação; Pesquisa, Desenvolvimento e inovação; Financiamento e Mercado. Para isso, deverá se incentivar a ação articulada entre representantes do setor privado, academia e poder público.

## REFERÊNCIAS

ADEME. **White papers on the circular economy of greater Paris**. 2015. Disponível em: <https://api-site.paris.fr/images/77050>.

ARANCON, Rick Arneil D. et al. Advances on waste valorization: new horizons for a more sustainable society. **Energy Science & Engineering**, v. 1, n. 2, p. 53-71, 2013.

BERKEL, Rene Van, et al. **Quantitative assessment of urban and industrial symbiosis in Kawasaki**, Japan. 2009.

BRASIL. **Lei N° 12.305**. Brasília, 2 de agosto de 2010.

BRASIL. **Norma ABNT NBR 10004:2004**. Rio de Janeiro, 2004, 71p.

BSI, 2017a. BS 8001:2017 Framework for implementing the principles of the Circular Economy in Organizations – Guide. **The British Standards Institution**, London (2017).

CHERTOW, Marian; PARK, Jooyoung. **Scholarship and practice in industrial symbiosis: 1989–2014**. Taking stock of industrial ecology. Springer, Cham, 2016. p. 87-116.

CHERTOW, Marian R. 2000. Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. **Annual Review Energy Environment** 25: 313–37.

CHINA. **Circular economy promotion law**. 2008. Disponível em: [http://www.fdi.gov.cn/1800000121\\_39\\_597\\_0\\_7.html](http://www.fdi.gov.cn/1800000121_39_597_0_7.html). Acesso em: 02 ago. 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Economia circular : caminho estratégico**. Brasília : CNI, 2019. 68 p. : il.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Visão da Indústria Brasileira sobre a Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília : CNI, 2014. 204p. : il.

CUI, Zhaojie. Circular economy measures that boost the upgrade of an aluminium industrial park. **Journal of cleaner production**, 2017.

CUTOVOI, Iara Tonissi Moroni. Understanding the low occurrence of Symbiosis Industrial in Brazil. **Independent Journal of Management & Production**, 2015, vol. 6, no 3, p. 813-826.

DE GROENE ZAAK. **Governments going circular: Dutch sustainability business association**. 2015. Disponível em: <https://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/resource/governments-going-circular.pdf>.

DESROCHERS, P. (2001). Cities and industrial symbiosis: Some historical perspectives and policy implications. **Journal of Industrial Ecology**, 5(4), 29-44. doi: 10.1162/10881980160084024

DINAMARCA. Ministry of Environment and Food of Denmark. **Denmark without waste**. 2013. Disponível em: <https://eng.mst.dk/air-noise-waste/waste/denmark-without-waste/>.

DINAMARCA. **Official Statistics 2017**. Disponível em <https://denmark.dk/>

EMF. **Uma economia circular no Brasil: uma abordagem exploratória inicial**. Ellen MacArthur Foundation. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil\\_Uma-Exploracao-Inicial.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf) Acesso em: 20 mai. 2019.

EUROPEAN COMMISSION.

**Research&innovationprojectsrelevanttothecirculareconomystrategy: calls 2016 – 2018: Horizon 2020. 2019.** Disponible em:  
[https://ec.europa.eu/research/environment/pdf/h2020\\_projects\\_circular\\_economy\\_2016-2018.pdf](https://ec.europa.eu/research/environment/pdf/h2020_projects_circular_economy_2016-2018.pdf).

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Closing the Loop: an EU action plan for the circular economy. 2015.** Disponible em: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/com-2015-0614-final>.

FMI, (2019). **Perspectivas de la economía mundial: Desaceleración del crecimiento, precaria recuperación.** World Economic Outlook, 2019.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FROSCHE, Robert A.; GALLOPOULOS, Nicholas E. Strategies for manufacturing. **Scientific American**, 1989, vol. 261, no 3, p. 144-152.

GARCIA-GARCIA, Guillermo; STONE, Jamie; RAHIMIFARD, Shahin. Opportunities for waste valorisation in the food industry—A case study with four UK food manufacturers. **Journal of Cleaner Production**, v. 211, p. 1339-1356, 2019.

CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE. **Documento final de la conferencia.** Rio de Janeiro, 2012.

GENERALITAT DE CATALUNYA. **Impuls a l'economia cerda i a l'economia circular.** 2015. Disponible em:  
[http://mediambient.gencat.cat/ca/05\\_ambits\\_dactuacio/empresa\\_i\\_produccio\\_sostenible/economia\\_verda/impuls\\_economia\\_verda/](http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/empresa_i_produccio_sostenible/economia_verda/impuls_economia_verda/).

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa.** Plageder, 2009.

GREGSON, Nicky et al. Interrogating the circular economy: the moral economy of resource recovery in the EU. **Economy and Society**, v. 44, n. 2, p. 218-243, 2015.



IPCC, 2018: **Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C.** Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.

IWASAKA, Fernanda Yumi. **Políticas públicas e economia circular:** levantamento internacional e avaliação da política nacional de resíduos sólidos. Dissertação (Mestrado em Engenharia) -Escola de engenharia de São Carlos, São Carlos, 2018.

IPARDES. **Perfil da região de Campos Gerais, 2018.** Disponível em <[http://www.ipardes.gov.br/perfil\\_municipal](http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal)> Acesso em 02 Abril 2019.

JAPÃO. **Law for the promotion of effective utilization of resources.** 1991. Disponível em: [http://www.oie.go.th/sites/default/files/attachments/regulation\\_europe/35-Lawfor-PromotionofEffectiveUtilizationofResources.pdf](http://www.oie.go.th/sites/default/files/attachments/regulation_europe/35-Lawfor-PromotionofEffectiveUtilizationofResources.pdf). Acesso em: 02 ago. 2019.

LEHFELD, N.A.S.; BARROS, A.J.P. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas.** Petrópolis/RJ: Vozes, 1991.

LEHTORANTA, S. et al. Industrial symbiosis and the policy instruments of sustainable consumption and production. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 16, p. 1865-1875, 2011

LETT, Lina A. Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. **Revista argentina de microbiología**, v. 46, n. 1, p. 1-2, 2014.

LUCINI, Patricia. Terra de riquezas: desenvolvimento econômico. Anuário socioeconômico dos Campos Gerais. Ponta Grossa: **Diário dos Campos**; Prisma, 2018.

MACARTHUR, Ellen. Towards the circular economy, economic and business rationale for an accelerated transition. **Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK**, 2013.

MACCHIAVELLI ASCURINAGA, Antonio Daniel. **Industrias Simbióticas: Realidad del sistema en el campo con énfasis en la reutilización e intercambio de agua.** AgroParisTech ENGREF, 2008.

MILANI, Andrea; SCHLÜTER, Leonie. **An ecosystem analysis of industrial development in Aalborg, Denmark**. Demark, 2018, p.101

MILEVA-BOSHKOSKA, Biljana; RONČEVIĆ, Borut; URŠIČ, Erika. Modeling and Evaluation of the Possibilities of Forming a Regional Industrial Symbiosis Networks. **Social Sciences**, 2018, vol. 7, no 1, p. 13.

MURRAY, Alan; SKENE, Keith; HAYNES, Kathryn. The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. **Journal of Business Ethics**, v. 140, n. 3, p. 369-380, 2017.

NOR, Bárbara. Bem Vindo à Economia Circular, **Você S/A**. São Paulo, edição 240, 40p. Maio 2018.

OBERLAENDER, Roberta Guarany. **Análise de desenvolvimento de sistemas de simbiose industrial: Proposta de implementação a partir do complexo petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ)**. 2016. Tesis Doctoral. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ONITA, John. **How does industrial symbiosis influence environmental performance?**. 2006.

PERCICOTTI, Marcelo; ALVES, Marcelo; SCHMIDT IASKIO, Emerson Leonardo. **Mapeamento estratégico para a identificação de potencialidades econômicas do município de Ponta Grossa – PR**. Secretaria municipal de indústria, comércio e qualificação profissional. 2013.

PINTO, Guilherme Moreira Caetano et al. Environmental management practices in industries of Brazil, Russia, India, China and South Africa (BRICS) from 2011 to 2015. **Journal of cleaner production**, v. 198, p. 1251-1261, 2018.

PORTER, Michael; VAN DER LINDE, Claas. **Green and competitive: ending the stalemate**. The Dynamics of the eco-efficient economy: environmental regulation and competitive advantage, v. 33, 1995.

PORTUGAL JUNIOR, Pedro dos Santos; REYDON, Bastiaan Philip; PORTUGAL, Nilton dos Santos. **A sustentabilidade ambiental como direcionador estratégico ao processo de reindustrialização no Brasil**. Econ. soc., Campinas, v. 21, n. spe,

Dec. 2012 .Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-06182012000400008>.  
Acessado em 17 de março de 2015.

SITRA. **Finnish roadmap to a circular economy 2016-2025**. 2016. Disponível em:  
<https://www.sitra.fi/en/projects/leading-the-cycle-finnish-road-map-to-acirculareconomy-2016-2025/>.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

USDA. **Biopreferred**. 2019. Disponível em:  
<https://www.biopreferred.gov/BioPreferred/>. Acesso em: 02 ago. 2019.

VAN BEERS, Dick, et al. Regional synergies in the Australian minerals industry: Case-studies and enabling tools. **Minerals Engineering**, 2007, vol. 20, no 9, p. 830-841.

VIEIRA, Flávio Vilela; VERÍSSIMO, Michele Polline. Crescimento econômico em economias emergentes selecionadas: Brasil, Rússia, Índia, China (BRIC) e África do Sul. **Economia e sociedade**, 2009, vol. 18, no 3, p. 513-546.

WHITE, R. (1994). **The greening of industrial ecosystems**. Washington DC .NationalAcademy Press, 1994.

YIN, Robert K. Estudo de Caso-: Planejamento e métodos. **Bookman editora**, 2015.



**APÊNDICE A - Tabela de resíduos gerados pelos principais clientes**

<b>CLIENTE A</b>							
<b>Resíduo</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Maió</b>	<b>Junho</b>	<b>TOTAL</b>
Água e óleo – Efluente classe I			0,98				0,98
Líquido não contaminado – Efluente classe II	14,25	6,98	29,62	33,51	27,22	11,28	122,86
Sólidos contaminados – Classe I	1,03	0,44	0,32	0,56	0,44		2,79
Embalagens plástico contaminado com molho – Classe II	50,72	49,24	62,39	41,78	65,96	52,51	322,6
Sólidos não contaminados (RSU) – Classe II	3,58						3,58
<b>TOTAL</b>	<b>69,58</b>	<b>56,66</b>	<b>93,31</b>	<b>75,85</b>	<b>93,62</b>	<b>63,79</b>	<b>452,81</b>
<b>CLIENTE B</b>							
<b>Resíduo</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Maió</b>	<b>Junho</b>	<b>TOTAL</b>
Cinza de caldeira – Classe II			2,62				2,62
Lixo agrícola (Semente e pedra)						4,85	4,85
Lodo – Classe II	186,16	5,66					191,82
Madeira – Classe II				10,96	7,37	6,48	24,81
Sementes Ardidas – Classe II	10,04		5,34				15,38
Sólido de laboratório – Classe I					6,78		6,78
Sólidos contaminados – Classe I	5,72				10,18	6,66	22,56
Sólidos não contaminados (RSU) – Classe II	32,82	5,11		18,17	9,3		65,4
<b>TOTAL</b>	<b>234,74</b>	<b>10,77</b>	<b>7,96</b>	<b>29,13</b>	<b>33,63</b>	<b>17,99</b>	<b>334,22</b>
<b>CLIENTE C</b>							
<b>Resíduo</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Maió</b>	<b>Junho</b>	<b>TOTAL</b>
Eletrônicos – Classe I				0,001		0,013	0,014

Madeira – Classe II				1,31	10,5	7,7	19,51
Pilhas e baterias – Classe I				0,019			0,019
Resíduo líquido perigoso – Classe I			0,086	0,003		0,1	0,189
Sólidos de laboratório – Classe I			2,27				2,27
Sólidos contaminados – Classe I			9,28		0,01		9,29
Restos de alimentos (carnes e ossos) – Classe II	17,69	30,06	32,33	39,43	44,27	26,54	190,32
<b>TOTAL</b>	<b>17,69</b>	<b>30,06</b>	<b>43,966</b>	<b>40,763</b>	<b>54,78</b>	<b>34,353</b>	<b>221,612</b>

**CLIENTE D**

<b>Resíduo</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Mai</b>	<b>Junho</b>	<b>TOTAL</b>
Resíduos de construção civil – Classe I		96,86	24,91	32,61	27,17	5,9	187,45
<b>TOTAL</b>		<b>96,86</b>	<b>24,91</b>	<b>32,61</b>	<b>27,17</b>	<b>5,9</b>	<b>187,45</b>

**CLIENTE E**

<b>Resíduo</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Mai</b>	<b>Junho</b>	<b>TOTAL</b>
Borra de licor da celulose – Classe II		32,32	42,6	27,88	20,34	14,78	0,014
Resíduos de construção civil – Classe II	3						3
Sólidos contaminados – Classe I	4,29	4,9	10	2,54	5,26		26,99
<b>TOTAL</b>	<b>7,29</b>	<b>37,22</b>	<b>52,6</b>	<b>30,42</b>	<b>25,6</b>	<b>14,78</b>	<b>167,91</b>

**CLIENTE F**

<b>Resíduo</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Mai</b>	<b>Junho</b>	<b>TOTAL</b>
Big bags – Classe II					2,27		2,27

Eletrônicos – Classe I				0,14		0,06	0,2
Líquido químico de laboratório – Classe I			0,1	0,04	0,04		0,18
Madeira – Classe II	3,08	12,08	3,64	13,64	5,18	9,78	47,4
Pilhas e baterias – Classe I						0,35	0,35
Reciclável plástico – Classe II		1,04	2,82	0,72	2,98		7,56
Reciclável papel papelão – Classe II		2,25	2,56	1,68	1,89		8,38
Líquido perigoso – Classe I		0,05			6,36		6,41
Sementes Ardidas – Classe II				8,24			8,24
Sólidos contaminados – Classe I	1,75	2,73		0,21	0,8	26,26	31,75
Restos de alimentos (refeitório) – Classe II	2,14	0,76	1,02	0,7	0,76	1,08	6,46
Sólidos não contaminados (RSU) – Classe II	3,9	3,52	4,6	5,26	5,26	4,7	27,24
<b>TOTAL</b>	<b>10,87</b>	<b>22,43</b>	<b>17,3</b>	<b>30,63</b>	<b>25,54</b>	<b>42,23</b>	<b>149</b>

#### CLIENTE G

Resíduo	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	TOTAL
Resíduo de construção civil – Classe II	6,13			4,47			10,6
Resíduo líquido perigoso – Classe I		15,42	37,4	58,85	28,09		15,42
Resíduo líquida não contaminado – Classe II			15,37				15,37
Sólidos contaminados – Classe I		6,92	5,39	1,06			13,37
<b>TOTAL</b>	<b>6,13</b>	<b>22,34</b>	<b>58,16</b>	<b>31,38</b>	<b>28,09</b>		<b>146,1</b>

#### CLIENTE H

Resíduo	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	TOTAL
Big bags – Classe II				1,32		0,17	1,49
Líquido – Classe I		0,16	10,48	0,14	0,07	0,03	10,88
Madeira – Classe II	6,14	2,6	5,85	6,32	5,88	2,92	29,71

Reciclável plástico – Classe II	0,96	0,69	0,24	0,6	0,27	2,76
Reciclável papel papelão – Classe II					0,47	0,47
Resíduo de Processos Ind. Alimentícia			10,71	14,73	9	34,44
Sólido de laboratório – Classe I			0,07	0,07	0,21	0,35
Sólidos contaminados – Classe I	0,14		0,29	0,08		0,51
Restos de alimentos (refeitório) – Classe II	14,43			4,2	12,17	30,8
Sucata metálica – Classe II	0,28				0,29	1,37
<b>TOTAL</b>	<b>6,42</b>	<b>18,29</b>	<b>17,82</b>	<b>19,61</b>	<b>25,63</b>	<b>113,3</b>

**CLIENTE I**

<b>Resíduo</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Maiο</b>	<b>Junho</b>	<b>TOTAL</b>
Estrume animal – Classe II	14,81	15,63	25,29	12,36	23,77	13,63	105,79
<b>TOTAL</b>	<b>14,81</b>	<b>15,63</b>	<b>25,29</b>	<b>12,36</b>	<b>23,77</b>	<b>13,63</b>	<b>105,79</b>

**CLIENTE J**

<b>Resíduo</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Maiο</b>	<b>Junho</b>	<b>TOTAL</b>
Pó de serragem – Classe II	12,56	13,46	14,23	20,26	19,62	13,42	93,55
<b>TOTAL</b>	<b>12,56</b>	<b>13,46</b>	<b>14,23</b>	<b>20,26</b>	<b>19,62</b>	<b>13,42</b>	<b>93,55</b>

Fonte: Autoria Própria