

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA MECÂNICA

EDUARDO DA SILVA ONOFRE  
VITOR FORLIN ROBERT

**VERIFICAÇÃO DE PRÁTICAS DE SIMBIOSE  
INDUSTRIAL NO ARRANJO PRODUTIVO LOCAL  
MADEIREIRO DE RIO NEGRO-PR: PELLETS COMO UMA  
DESTINAÇÃO ALTERNATIVA AOS RESÍDUOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
(TCC2)

CURITIBA  
2017

EDUARDO DA SILVA ONOFRE  
VITOR FORLIN ROBERT

**VERIFICAÇÃO DE PRÁTICAS DE SIMBIOSE  
INDUSTRIAL NO ARRANJO PRODUTIVO LOCAL  
MADEIREIRO DE RIO NEGRO-PR: PELLETS COMO UMA  
DESTINAÇÃO ALTERNATIVA AOS RESÍDUOS**

Monografia apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial à aprovação da disciplina.

Orientador: Prof. MEng. Rodrigo Ulisses Garbin da Rocha

CURITIBA  
2017

## TERMO DE APROVAÇÃO

Por meio deste termo, aprovamos a monografia “VERIFICAÇÃO DE PRÁTICAS DE SIMBIOSE INDUSTRIAL NO ARRANJO PRODUTIVO LOCAL MADEIREIRO DE RIO NEGRO-PR: PELLETS COMO UMA DESTINAÇÃO ALTERNATIVA AOS RESÍDUOS”, realizada pelo alunos EDUARDO DA SILVA ONOFRE e VITOR FORLIN ROBERT, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Prof. MEng. Rodrigo Ulisses Garbin da Rocha  
DAMEC, UTFPR  
Orientador

Prof. Dr. Eng. Paulo Antonio Reaes  
DAMEC, UTFPR  
Avaliador

Prof. MEng. Osvaldo Verussa Junior  
DAMEC, UTFPR  
Avaliador

Curitiba, 10 de Agosto de 2017

## RESUMO

ROBERT, Vitor Forlin; ONOFRE, Eduardo S. **Verificação de Práticas de Simbiose Industrial no Arranjo Produtivo Local Madeireiro de Rio Negro-PR: Pellets como uma Destinação Alternativa aos Resíduos**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

A proporção que os temas relacionados a sustentabilidade e meio ambiente vem tomando nos últimos anos, faz com que pesquisadores e empresários dediquem seu tempo para reduzir os impactos ambientais. Busca-se encontrar soluções e alternativas para minimizar os efeitos negativos que as necessidades humanas de consumo causam no meio ambiente. Um dos conceitos que mais está ganhando espaço no cenário mundial é o da Simbiose Industrial. Oriundo da Ecologia Industrial, ela apresenta uma abordagem inovadora para o problema causado pelos resíduos industriais, propondo que empresas inicialmente separadas comecem a interagir e cooperar entre si, para que os resíduos gerados por uma empresa possam ser usado como matéria prima na outra. Os Arranjos Produtivos Locais são *clusters* geográficos onde estão concentradas empresas especializadas em um determinado segmento. No estado do Paraná temos vários segmentos de Arranjos Produtivos Locais e foi escolhido para essa pesquisa o de madeira, localizado na cidade de Rio Negro. Nele buscou-se a quantificação dos resíduos gerados e a verificação da prática de Simbiose Industrial através do intercâmbio de resíduos, gerando subprodutos de madeira. Analisou-se ainda a produção de *pellets* no estado do Paraná e verificadas as vantagens regionais para a fabricação deste produto. O *pellet* é um biocombustível renovável que pertence a classe da biomassa e para sua fabricação utiliza-se serragem ou maravalha prensada até alcançarem o formato de pequenos cilindros. A monografia em questão apurou a existência de práticas de Simbiose Industrial nas indústrias madeireiras do APL de referência, por meio do intercâmbio de resíduos gerando subprodutos. Apurou-se ainda que a região demonstra potencial para implantação de novas unidades de fabricação de *pellets*.

**Palavras-chave:** Simbiose Industrial, Arranjo Produtivo Local, Madeira, Resíduos.

## LISTA DE SIGLAS

ABIPEL	Associação Brasileira das Indústrias de Pellets
APL	Arranjo Produtivo Local
BRDE	Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul
CEFLOR11	Certificação Florestal
EI	Ecologia Industrial
FIEP	Federação das Indústrias do Paraná
FSC10	<i>Forest Stewardship Council</i> - Conselho de Manejo Florestal
GTP APL	Grupo de Trabalho Permanente para Arranjos Produtivos Locais
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
PEIs	Parques Eco-Industriais
SEBRAE-PR	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SI	Simbiose Industrial
SIMOVEM	Sindicato das Indústrias de móveis, Marcenarias, Carpintarias, Artefatos de Madeiras, Serrarias, Madeiras Laminadas e Compensadas de Rio Negro

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação dos <i>pellets</i> com sua importância para o meio ambiente . . . . .	2
Figura 2 – Resíduos do processamento de uma tora para produzir tábuas . . . . .	3
Figura 3 – Produção mundial de <i>pellets</i> . . . . .	5
Figura 4 – Escalas de atuação da Ecologia Industrial . . . . .	10
Figura 5 – Número de artigos de simbiose industrial publicados . . . . .	11
Figura 6 – Processo tradicional x Processo Simbiótico . . . . .	12
Figura 7 – Sistema energético nos PCIs . . . . .	13
Figura 8 – <i>Pellets</i> de madeira . . . . .	17
Figura 9 – Etapas do processo de fabricação dos <i>pellets</i> de madeira . . . . .	18
Figura 10 – Demanda global de <i>pellets</i> em milhões de toneladas . . . . .	19
Figura 11 – Mapa mental da pesquisa . . . . .	20
Figura 12 – Etapas da pesquisa . . . . .	21
Figura 13 – Categorias de aglomerações industriais . . . . .	24
Figura 14 – Arranjos produtivos do estado do Paraná . . . . .	25
Figura 15 – Distribuição das árvores plantadas por estado . . . . .	26
Figura 16 – Perfil dos respondentes - Ramo de atividade . . . . .	29
Figura 17 – Perfil dos respondentes - Quantidade de Colaboradores . . . . .	30
Figura 18 – Simbiose - Matérias-primas . . . . .	30
Figura 19 – Simbiose - Relação com <i>pellets</i> . . . . .	31

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre organismos biológicos e industriais . . . . .	8
Quadro 2 – Aspectos comuns das abordagens de aglomerados locais . . . . .	15
Quadro 3 – Estrutura do questionário . . . . .	23

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo do poder calorífico dos <i>pellets</i> de madeira . . . . .	17
Tabela 2 – Substituição de caldeiras de combustíveis fósseis por <i>pellets</i> . . . . .	18
Tabela 3 – Empresas produtoras de <i>pellets</i> no Paraná . . . . .	28
Tabela 4 – Dados de resíduos nos questionários . . . . .	30



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	Contextualização do Tema	2
1.2	Caracterização do Problema	3
1.3	Objetivos	4
1.4	Justificativa	5
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>7</b>
2.1	Ecologia Industrial	7
2.2	Práticas de Simbiose Industrial	11
2.3	Parques Eco-Industriais	13
2.4	Arranjo Produtivo Local	14
2.5	Pellets	17
2.6	Análise Integrada	20
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>21</b>
3.1	Descrição da Metodologia	21
3.2	Justificativa da Metodologia	22
3.3	Produtos do Projeto	22
3.4	Coleta de Dados	22
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>24</b>
4.1	Arranjos Produtivos Locais do Estado do Paraná	24
4.2	Indústria Madeireira no Paraná	26
4.3	Arranjo Produtivo Local de Rio Negro	27
4.4	Produção de Pellets no Estado do Paraná	28
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>29</b>
5.1	Análise dos Dados Obtidos no Questionário	29
5.2	Considerações sobre os Dados Obtidos	31
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>33</b>
	Referências	35
	<b>APÊNDICE A CARTA DE APRESENTAÇÃO</b>	<b>39</b>
	<b>APÊNDICE B QUESTIONÁRIO</b>	<b>40</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a quantidade de estudos, programas empresariais e governamentais tem aumentado com temas relacionados a sustentabilidade e os aspectos ligados a produção industrial. Existe uma forte preocupação de muitas nações para programas de conscientização de redução dos impactos ambientais resultantes dos processos industriais. Empresas devem se adequar a legislações que forçam cada vez mais a redução dos impactos ambientais, buscando a manutenção do meio ambiente e paralelamente continuar desenvolvendo tecnologias para atender às demandas geradas pela humanidade (MACEDO; RAMOS, 2016). Acredita-se que uma das formas de atingir essa tão desejada sustentabilidade é otimizar os processos industriais para maximizar o aproveitamento dos recursos naturais, diminuindo cada vez mais os resíduos industriais descartados na natureza.

A indústria madeireira é um dos setores que mais geram resíduos no Brasil (PAIXÃO, 2012). Esse fato pode ser atribuído à exploração desenfreada de madeira devido a abundância existente desse recurso no nosso país. Atualmente, o Brasil é capaz de suprir a demanda nacional e ainda exportar madeira. Temos 42% de todo nosso território nacional ocupado pela floresta amazônica, ou seja, uma área de aproximadamente 3,6 milhões de  $km^2$ , onde encontram-se mais de 6.000 espécies arbóreas (BIASI; ROCHA, 2007).

O volume de resíduos gerado nas fases iniciais de processamento até a entrega do produto final é proporcionalmente muito elevado. De acordo com a IBÁ (2015) a indústria madeireira no Brasil gera aproximadamente 47 milhões de toneladas por ano de resíduos na forma de serragem, cascas, maravalhas, entre outros. Esses resíduos representam um desperdício de 50% no processamento da madeira e o baixo valor de aproveitamento se deve ao pouco nível tecnológico da maioria das empresas desse ramo (FAGUNDES, 2003).

Partindo da Ecologia Industrial (EI), surgiram dois importantes conceitos que podem colaborar para a diminuição de resíduos industriais em todos os âmbitos da cadeia de produção, sendo eles: o de Simbiose Industrial (SI) e o de Parques Eco-Industriais (PEIs) (CHERTOW, 2000). A presente pesquisa abrange a destinação atual dos resíduos de madeira em um arranjo produtivo local madeireiro do estado do Paraná. O estudo verifica ainda as práticas de Simbiose Industrial nessa região, interação entre as indústrias e propõe a fabricação de *pellets* como alternativa à destinação dos resíduos. Isso poderia transformar resíduos em subprodutos, amenizando seu descarte.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Segundo Chertow (2000), a Simbiose Industrial propõe a troca, venda ou doação de resíduos industriais, sendo que o resíduo de uma indústria pode ser usado como matéria-prima para fabricação de outra indústria. Com essa prática obtém-se benefícios para a economia dessas empresas e para redução do dano ambiental. Com os recursos naturais finitos, o conceito de SI é uma alternativa para reduzir seu uso e a geração de resíduos.

Os resíduos industriais são gerados de diferentes fontes e possuem propriedades variadas. O setor da indústria de processamento de madeira é um grande gerador de resíduos (PAIXÃO, 2012), o que abre espaço para estudos buscando a redução de rejeitos para o meio ambiente, como proposto pela SI. Uma das maneiras de reutilizar este resíduo e transformá-lo em subproduto é através da fabricação de *pellets*<sup>1</sup> de madeira. A Figura 1 apresenta uma imagem dos pellet, ilustrando seu papel quanto ao meio ambiente.

Figura 1 – Representação dos *pellets* com sua importância para o meio ambiente



Fonte: Pelletfire (2017)

Os Arranjos Produtivos Locais (APLs) se caracterizam como um *cluster* geográfico, onde estão concentradas várias empresas do mesmo segmento (THOMAZ et al., 2011). A sinergia gerada dentro do ambiente de um Arranjo Produtivo Local aumenta a cooperação entre as empresas, aumentando sua visibilidade no mercado e capacidade de inovação. O setor de processamento de madeira também registra tais aglomerações, com empresas de processos complementares atuando próximas e gerando resíduos similares.

---

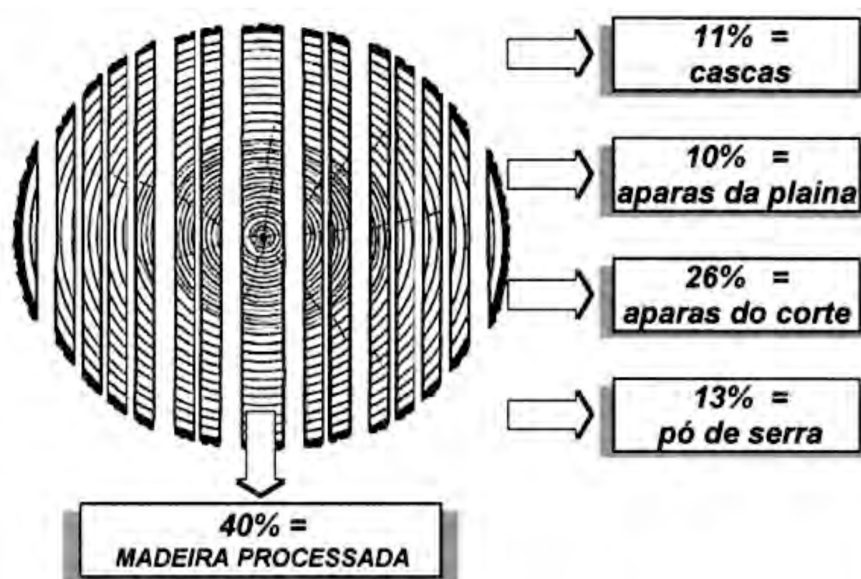
<sup>1</sup> Combustível obtido pela compactação de biomassa em pequenos cilindros, sendo mais comum a fabricação a partir de resíduos de madeira como a serragem.

## 1.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A indústria madeireira tem como principal resíduo, no beneficiamento das toras, a própria madeira. Mesmo antes das serralherias, os galhos, troncos e raízes deixados na floresta se somam ao que é gerado no processamento da madeira, resultando em grandes volumes de resíduos e sobras. Do ponto de vista econômico e ambiental se justificam instalações para o aproveitamento destas sobras e resíduos (GONÇALVES et al., 2009).

Do processamento de toras com casca do Brasil, em média apenas 40% das toras resultam em madeira processada para venda, enquanto os outros 60% são categorizados como resíduos (FAGUNDES, 2003), como apresentado da Figura 2. Estas sobras incluem serragem, pó de serra, aparas e casca e sua destinação atual é a venda para granjas como cama do aviário. No entanto a oferta é muito superior à procura e o material que não é comprado não tem destinação específica. As soluções dadas pelas serralherias que não tem consumidores para todos seus resíduos é a queima e a deposição irregular, causando poluição do ar, solo e água (GONÇALVES et al., 2009; BIASI; ROCHA, 2007).

Figura 2 – Resíduos do processamento de uma tora para produzir tábuas



Fonte: Fagundes (2003)

Por ser um resíduo natural e biodegradável, poderia se supor que a deposição, mesmo que irregular, não gere problemas ambientais. Entretanto, o tempo de decomposição e a quantidade acumulada em um mesmo local pode ocasionar sérios problemas ambientais. Fagundes (2003) menciona que com a legislação ambiental cada vez mais severa, áreas de descarte apropriado escassas e distantes e a exigência do mercado internacional muitas vezes exigindo certificação de origem de matéria-prima florestal, faz-se necessária uma destinação correta para resíduos da indústria madeireira no Brasil. Neste tema, há duas possibilidades para enfrentamento deste problema: reduzir a geração de

resíduos, com uma melhor utilização da matéria-prima através da melhoria de técnicas, equipamentos e processos; ou o correto gerenciamento e destinação dos mesmos.

Como o volume gerado é elevado, é possível seu tratamento como produto ao invés do descarte. No Brasil 80% da madeira produzida na região amazônica é processada por pequenas e médias madeireiras, com aporte tecnológico abaixo do necessário devido a complexidade para execução dos processos. Como efeito comparativo, nos EUA em 1950 a cada 4 árvores derrubadas, 1 chegava ao consumidor de alguma forma. Já nos anos 2000, 90% da tora é aproveitada, sendo 50% como tábua e 40% para outros fins (FAGUNDES, 2003). Portanto, no Brasil ainda há muito a ser desenvolvido nessa área.

Amenizar os problemas destes resíduos pode ser feito por uma abordagem de Simbiose Industrial. Uma das opções de utilização deles é a produção de *pellets*, que representam uma alternativa sustentável de destinação dos resíduos de madeira, resultando em uma fonte de energia de volume compacto (GONÇALVES et al., 2009).

### 1.3 OBJETIVOS

Esta seção se propõe a descrever os objetivos a serem atingidos no desenvolvimento deste trabalho. Para isso definiu-se um objetivo geral, que é a função da pesquisa, e objetivos específicos, como as etapas necessárias para o desenvolvimento da pesquisa visando atingir o objetivo geral.

#### OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo analisar o potencial regional para implementação de práticas de simbiose industrial em um arranjo produtivo local madeireiro do Paraná.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os arranjos produtivos locais madeireiros no estado do Paraná;
- Quantificar os resíduos de madeira gerados por estas indústrias;
- Estudar a destinação destes resíduos atualmente;
- Analisar a produção de *pellets* de madeira no estado do Paraná;
- Verificar as vantagens do Arranjo Produtivo Local escolhido para a fabricação de *pellets* de madeira.

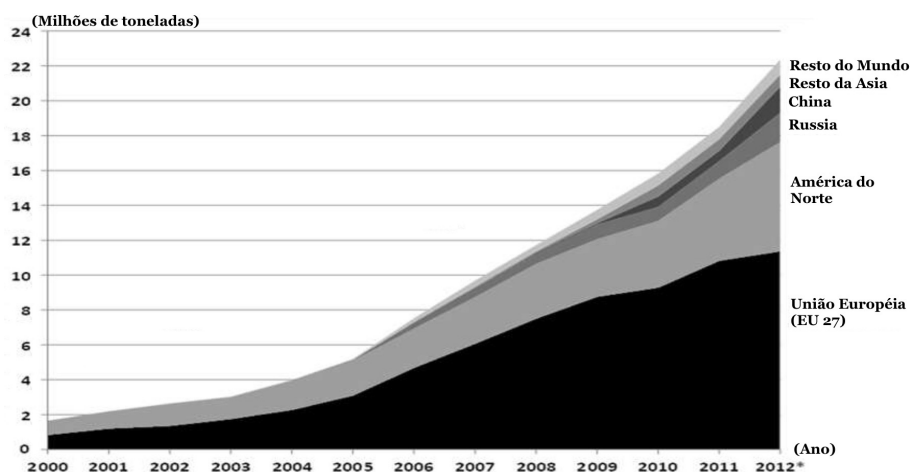
## 1.4 JUSTIFICATIVA

A geração de resíduos industriais é preocupante. Segundo dados do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), no ano de 2010 foram gerados aproximadamente 97 milhões de toneladas de resíduos industriais no Brasil, com contribuição de 15 milhões de toneladas do estado do Paraná. Desses 15 milhões, 13% é correspondente a resíduos gerados na indústria madeireira. Assim, a indústria madeireira é a terceira maior geradora de resíduos no Paraná, sendo “lixo comum, resíduo de construção e entulhos” a primeira e “pilhas, baterias, lâmpadas, cartuchos e tonner de impressoras, e equipamentos de proteção individual contaminados” a segunda (PAIXÃO, 2012).

O conceito de simbiose industrial busca uma relação mais sustentável entre empresas e o meio ambiente, resultando na redução destes resíduos (CHERTOW, 2000). Nela, empresas realizam interações de modo a realizarem suas atividades de maneira mais econômica para si e para o meio ambiente. Sua aplicação pode ser feita em muitos ramos industriais, como por exemplo o madeireiro. Na presente pesquisa a produção *pellets* em APLs madeireiros possibilita, além da redução de resíduos, a geração de uma nova opção energética. O desenvolvimento desse estudo na indústria local visa levantamento de práticas que podem ser replicadas em outras localidades.

O mercado mundial de *pellets* de madeira teve um início relativamente recente, em 1970, e tem crescido rapidamente, conforme a Figura 3. Nos anos 2000, teve um aumento de dez vezes em 12 anos, com a União Europeia sendo o maior consumidor de pellets no mundo em quantidade, mediante políticas de incentivo do grupo e de seus membros. A demanda mundial projetada é crescente e a produção atual não atenderia a esta demanda. Além disso, os recursos de matéria-prima tendem a ser mais escassos, enquanto o Brasil possui grande potencial de biomassa para produção deste material, sendo o Paraná o estado com maior geração de resíduos do país na cadeia florestal (OLIVEIRA, 2012).

Figura 3 – Produção mundial de pellets em milhões de toneladas



Fonte: Oliveira (2012)

No Brasil, 5,9% da repartição da oferta interna de energia provém do carvão mineral (ENERGÉTICA, 2016). Contudo, as tendências mundiais de redução do uso de carvão em troca de fontes de energia mais sustentáveis já estão se manifestando em países desenvolvidos. Reino Unido, Canadá, França, Dinamarca e Finlândia já anunciaram uma progressiva eliminação desta opção energética (COMPANY, 2016).

Este cenário abre as portas para o uso dos *pellets* como opção renovável. Uma verificação disto é possível pela comparação entre os países que indicaram a progressiva eliminação do uso de carvão e os maiores produtores mundiais de pellets, Figura 3. No entanto, este mercado ainda é muito incipiente no Brasil quando comparado ao mercado mundial, tanto na produção quanto no consumo (TAVARES; ROBERTO, 2015). Assim observou-se um grande potencial de desenvolvimento desta indústria.

A realização deste projeto de pesquisa visa a maior compreensão e visibilidade do tema por parte dos membros, da Universidade, da indústria e da sociedade. Isso pode contribuir com a redução dos rejeitos industriais desse setor, e o uso deste material como aumento da oferta de energia. O estudo será delimitado pela região do Paraná e no setor da indústria madeireira.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo objetiva o estabelecimento da fundamentação teórica ligada aos principais conceitos abordados na pesquisa. Para tal julgou-se necessário a explanação dos seguintes temas: Ecologia industrial (seção 2.1), Simbiose industrial (seção 2.2), Parques eco-industriais (seção 2.3), Arranjo produtivo local (seção 2.4) e *Pellets* (seção 2.5). Por fim realizou-se uma Análise Integrada para compilar o conteúdo do capítulo (seção 2.6).

### 2.1 ECOLOGIA INDUSTRIAL

A Ecologia Industrial faz uma relação entre a interação das indústrias e a interação dos seres vivos, transferindo conceitos da Biologia para o mundo industrial. Cada ser vivo realiza consumo, transformações e então descarta para o ambiente energia e materiais não mais úteis para si, o que é comparado com as fábricas na EI (COSTA, 2002). Conforme Pinto-Coelho (2002), foi o alemão Ernst Haeckel em 1869, que propôs, pela primeira vez, o termo ecologia. A origem da palavra é da língua grega, unindo “*oikos*” e “*logos*”, o que resulta em estudo da casa, ou seja, estudo do local que se vive (MOTTA, 2013). Já a EI é mais recente e seu estudo e o próprio conceito possui menos de 30 anos, sendo a primeira menção ao tema datada do fim da década de 1980.

A literatura do tema aceita largamente o artigo “*Strategies for Manufacturing*” de Frosch e Gallopoulos (1989) como o introdutor e disseminador da concepção de Ecologia Industrial (ERKMAN, 1997). Neste artigo é verificado o aumento insustentável a longo prazo dos níveis de consumo e da população mundial e, é proposta uma maneira das indústrias atuarem de forma menos agressiva ao meio ambiente. Frosch e Gallopoulos (1989) mencionam ainda que a criação de um ecossistema industrial sustentável é altamente desejável pela faceta ambiental e, em alguns casos, também altamente rentável.

O ecossistema industrial pode nunca atingir, na prática, um nível de interações tão avançado como biológico, mas tanto fabricantes como consumidores devem alterar seus hábitos para aproximar-se disso, se quiserem manter seus padrões de consumo sem danificar seriamente o meio ambiente. O avanço tecnológico da indústria e aumento da população vem demonstrando as consequências do modo de produção adotado atualmente, tanto positivamente (acentuado desenvolvimento tecnológico) quanto negativamente (impactos ambientais e na saúde humana) (PEREIRA et al., 2007).

Até a década de 1950, a atividade fabril e o ambiente eram concebidos independentemente um do outro, fato verificado inclusive nas primeiras legislações regulatórias sobre poluição. Com os impactos ambientais tornando-se cada vez mais notáveis e preo-



cupantes, outras formas de estudo ganharam espaço, inclusive conceitos como a própria Ecologia Industrial (PEREIRA et al., 2007). Nas últimas três décadas, em muitas partes do mundo tornou-se impensável poluir de maneira tão agressiva e exposta quanto vinha sendo feito pela humanidade até então (CHERTOW, 2000).

Por conseguinte, a Ecologia Industrial surge em um momento em que é cada vez mais claro que a solução tradicional de combate a poluição, *end-of-pipe* - soluções de final de linha (tradução própria) - é insuficiente (ERKMAN, 1997). Tal método de controle, é uma classificação de controle de poluentes realizado após a geração do próprio poluente. A instalação de um filtro, por exemplo, exige posterior tratamento dos efluentes da lavagem deste material e destinação apropriada dos resíduos. Esta solução mostra-se mais cara e menos eficaz, pois o poluente já foi gerado e pode estar apenas mudando de ambiente, sem eliminar o resíduo que pode acabar no meio ambiente. Esta clara ineficiência listada e percebida é o que incentivou o novo foco em combate a poluição (COSTA, 2002).

A comparativa da Ecologia Industrial com seres vivos possui três pontos chave: fornece uma visão integrada de todos os agentes da economia industrial e suas relações com o ambiente em que estão inseridos; enfatiza as consequências biofísicas da ação industrial, ao invés da visão tradicional unicamente monetária; e por fim considera a dinâmica tecnológica e sua evolução (ERKMAN, 1997). Os sistemas naturais, bem como os industriais, são descritos por fluxos de materiais, energia e informações. Com isso, noções como crescimento, unidade básica e reprodução são adaptados para as fábricas, como no Quadro 1. Entre os comparativos, a noção de ecossistemas industriais se faz notadamente importante, e conforme Costa (2002) sua definição é: “um conjunto de unidades de produção e consumo no qual os fluxos energéticos e materiais perpassam as unidades tal como nos níveis tróficos de um ecossistema natural” (COSTA, 2002; ERKMAN, 1997).

Quadro 1 – Comparação entre organismos biológicos e organismos industriais

<b>Características</b>	<b>Organismo biológico</b>	<b>Organismo industrial</b>
<b>Unidade básica</b>	Organismo vivo	Fábrica / ecossistema industrial
<b>Uso de energia e materiais</b>	Transformação de energia e materiais em formas adequadas que permitem crescimento e manutenção do organismo	Transformação de energia e materiais em formas adequadas ao uso de outros organismos industriais e/ou consumidores
<b>Degradação de energia e materiais</b>	Rejeição de calor e resíduos	Rejeição de calor e resíduos
<b>Reprodução / produção</b>	Capacidade de reprodução de organismos da mesma espécie	Capacidade de produção de bens e prestação de serviços. A reprodução não é função de um organismo individual mas de fatores externos no âmbito econômico e cultural
<b>Resposta a estímulos externos</b>	Resposta à mudanças de temperatura, umidade, disponibilidade de recursos, presença de predadores e parceiros reprodutivos	Resposta à mudanças de preços de fatores de produção, demandas dos clientes, disponibilidade de recursos, tipo de clientes
<b>Crescimento</b>	A partir de uma célula, os organismos multicelulares passam por várias etapas de crescimento	Passam por transformações mas não seguem a progressão de etapas pré-estabelecidas de crescimento
<b>Duração de 'vida'</b>	Tempo de vida variável mas sempre finito	Tempo de 'vida' variável mas sempre finito, embora a reposição de equipamentos e trabalhadores possa estender este tempo

Fonte: Costa (2002)

Assim, um sistema industrial não deve ser visto como isolado de seu ambiente, mas em harmonia com ele. Este sistema objetiva otimizar o ciclo total de materiais, de matérias-primas, materiais trabalhados, produtos novos e obsoletos, até o descarte. Os fatores a serem otimizados incluem recursos, energia e capital (ALLENBY; GRAEDEL, 1995). Portanto, a EI prega que resíduos de uma companhia servirão de insumos para outra, eliminando ou reduzindo ao máximo os impactos negativos para o sistema natural (MOTTA, 2013). De acordo com Costa (2002), estes fluxos de materiais podem ser classificados em três tipos de acordo com sua intensidade e eficácia ecológica, conforme:

O Tipo I é um modelo de fluxo linear (em apenas um sentido) de materiais e energia no qual a produção, uso e disposição final ocorrem sem reciclagem ou re-uso de materiais. No Tipo II ocorre alguma ciclagem interna de materiais mas ainda existe a necessidade de entrada de recursos energéticos e materiais, e os rejeitos continuam a ser lançados para o exterior. O Tipo II é mais eficiente que o Tipo I, mas ainda assim não garante a sustentabilidade de longo prazo. O modelo do Tipo III poderia ser denominado como um ecossistema sem resíduos, em que a reciclagem interna permite que apenas a energia solar garanta a manutenção do ecossistema.

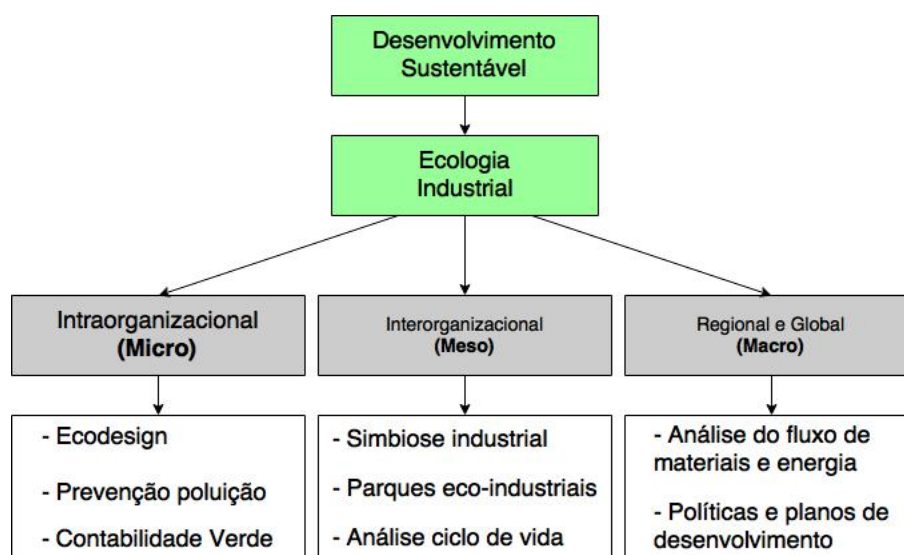
No cenário atual, a indústria é caracterizada por fluxos industriais do tipo I, de sentido único (PEREIRA et al., 2007). Portanto a implementação de um ecossistema industrial requer uma profunda transformação no setor industrial presente. Ao invés de cada fábrica coordenar individualmente suas matérias-primas, produtos e resíduos, um sistema com maior integração reduz o consumo de materiais e energia, utilizando como matéria-prima de um processo o rejeito do outro (FROSCHE; GALLOPOULOS, 1989).

O conceito inicial de Ecologia Industrial foi expandido e passou de ações relacionadas a integração de sistemas industriais e reciclagem de resíduos para a busca de sustentabilidade nos sistemas produtivos. Isso inclui a prevenção da poluição, projeto para o ambiente e a redução do uso de substâncias tóxicas. A prevenção da poluição busca a redução ao máximo, e quando possível a eliminação, das emissões e os resíduos gerados, pela atuação na fonte geradora ou de reciclagem interna.

Isto posto, apesar de em um primeiro momento parecer que a EI consiste em fluxos de materiais e energia através de um sistema industrial, ela é mais profunda do que isso. O entendimento de como o sistema industrial funciona, como é regulado e suas interações com a biosfera constituem a primeira etapa do estudo; então com base nos conhecimentos sobre ecossistemas se determina como ele pode ser reestruturado para torná-lo mais compatível com o funcionamento de um ecossistema natural (ERKMAN, 1997). O objetivo é a redução do impacto ambiental, a solução em que o dano é o menor. Na maioria dos casos, a redução da geração de resíduos é possível e necessária, em outros determinado fluxo pode alimentar outra indústria. Não existe regra, mas sim a análise do melhor resultado para o sistema em específico (CHERTOW, 2000).

A EI pode ser dividida em três escalas de atuação nas suas atividades, como explicado por Chertow (2000). Estas escalas são: (i) Internas da empresa (como a prevenção da poluição); (ii) Entre as empresas (como a simbiose industrial e análise do ciclo de vida do produto) e (iii) Escala regional (como os estudos dos fluxos de energia e materiais). A Figura 4 apresenta um esquemático das escalas aqui listadas.

Figura 4 – Escalas de atuação da ecologia industrial



Fonte: Adaptado de Trevisan et al. (2016)

Na história da ecologia industrial aplicada, o Japão desempenha pioneirismo. No fim dos anos 1960, início dos estudos mundiais em EI, o governo japonês começou a notar o alto custo ambiental da industrialização do país e organizou uma agência de consultoria independente do país para realizar um estudo prospectivo. Com cerca de 50 especialistas em diferentes especialidades, foi verificada a possibilidade de orientar o desenvolvimento da economia nacional no conhecimento e tornar-se menos dependente do consumo de materiais. No ano de 1970 o conselho resultante deste estudo aponta que seria bom para o país considerar atividades econômicas em um contexto ecológico (ERKMAN, 1997).

Apesar do início dos estudos japoneses há quase 50 anos, os estudos e aplicações de EI no Brasil ainda são isoladas e não há um acompanhamento cuidadoso para avaliação dos resultados. Isto dificulta o conhecimento da eficácia e ecoeficiência das iniciativas (PEREIRA et al., 2007). Uma razão para a dificuldade da implementação da EI é que as ideias dominantes no campo da economia apontam em uma direção contrária aos da ecologia. Entretanto, atualmente a motivação para esta evolução está no aumento da competitividade: a ecologia industrial é um meio para corporações explorarem seus recursos (inclusive rejeitos) de maneira mais eficiente (ERKMAN, 1997).

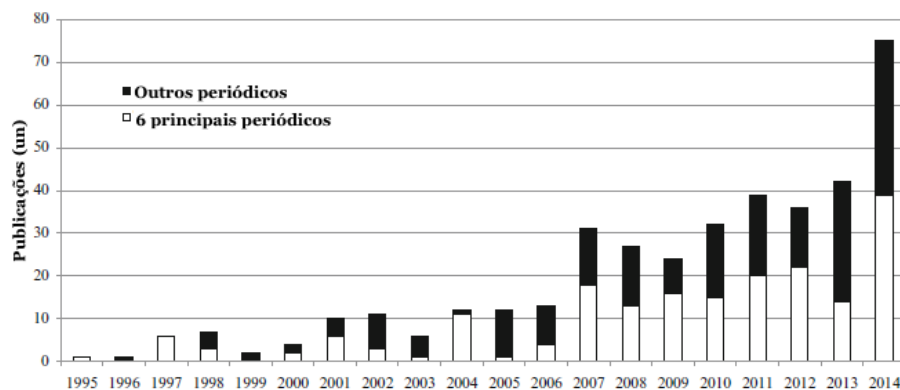
No campo da pesquisa, como exemplo pode-se citar a *International Society for Industrial Ecology* e a revista científica *Journal of Industrial Ecology*. Elas reúnem pesquisadores, empresas e estudantes para disseminarem o estudo da EI (COSTA, 2002).

## 2.2 PRÁTICAS DE SIMBIOSE INDUSTRIAL

Simbiose Industrial é a parte da Ecologia Industrial onde existe o envolvimento de indústrias originalmente separadas, que passam a pensar de forma coletiva. Assim promovem a troca, venda ou doação de resíduos industriais, sendo o resíduo de uma indústria usado como matéria-prima para a outra. Com essa prática obtém-se benefícios para a economia dessas empresas e também para o meio ambiente (CHERTOW, 2000).

Frosch e Gallopoulos, com a publicação de “*Strategies for Manufacturing*” em 1989, introduziram mais um conceito além do de Ecologia Industrial. O artigo marcou o início formal da simbiose industrial, onde os autores sugeriram uma nova abordagem para o redirecionamento dos resíduos indústrias (BAIN et al., 2010). Desde então, empresas tem identificado um enorme potencial no conceito de sinergia, abordado pela simbiose industrial, e o tema se tornou mais diversificado institucionalmente e geograficamente (CLIFT; DRUCKMAN, 2015). Pesquisas sobre o tema tiveram aumento significativo nos últimos 25 anos, espelhado no número de artigos publicados como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Número de artigos de simbiose industrial publicados



Fonte: Clift e Druckman (2015)

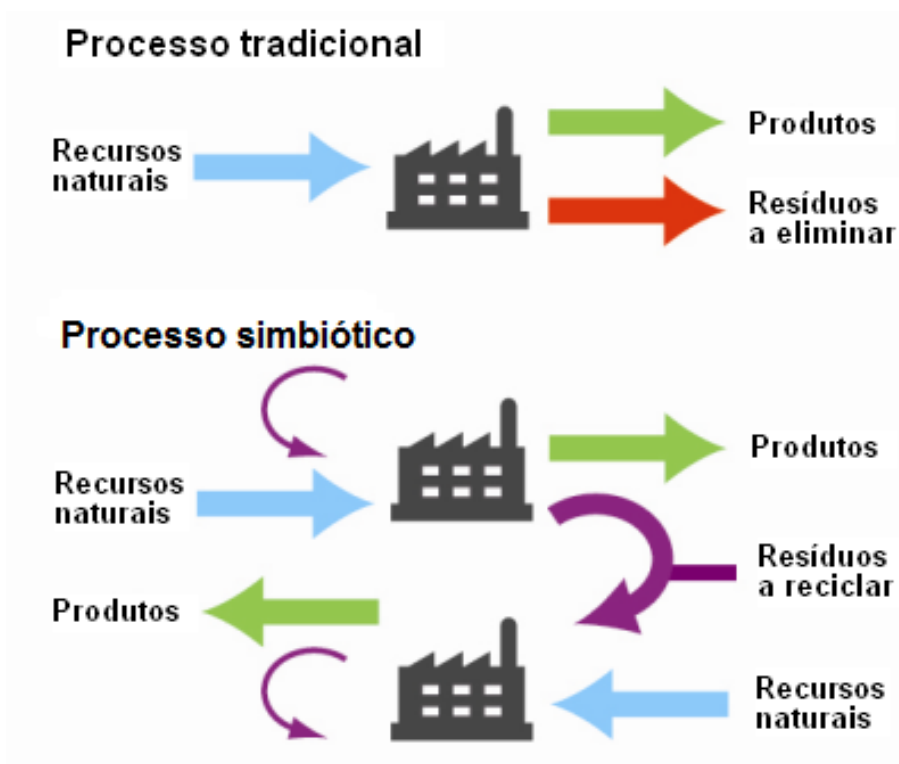
A simbiose industrial consiste na colaboração mútua e voluntária entre indústrias que buscam por benefícios coletivos maiores do que a soma dos benefícios individuais. Este tipo de relação entre as empresas pode ser entre bairros, cidades e até estados vizinhos, dado que a probabilidade para o reuso dos resíduos aumenta em um área mais abrangente de indústrias. Com isso, a simbiose não necessariamente precisa ocorrer dentro dos chamados “parques” e não deve ser confundida com os parques eco-indústrias. Se estabelece uma rede de simbiose industrial quando existem pelo menos três empresas diferentes trocando no mínimo dois tipos de resíduos diferentes entre si (FRACCASCIA et al., 2017).

Um ambiente de simbiose industrial pode ser formado por dois tipos de estratégias: planejada ou espontânea. Os sistemas planejados, ou de engenharia, são um esforço consciente para aproximar diferentes indústrias para que elas possam compartilhar recursos entre si. Geralmente são arquitetados por um grupo de pessoas que orientam as

empresas para que a troca de recursos aconteça. Já os espontâneos, ou sistemas auto-organizados, se iniciam com ações individuais de algumas empresas, que encontram na troca de recursos uma saída para redução de custos, elevação de receitas ou expansão de seus negócios. Nesses casos não há intenção de formar um ecossistema industrial, o que acaba ocorrendo naturalmente. Historicamente os casos que se iniciaram de forma espontânea obtiveram mais sucesso em relação aos planejados, o que é atribuído a motivação e os interesses que levaram as empresas a iniciarem tais trocas (VERGUTS et al., 2016).

A Simbiose Industrial está baseada em três pilares: (i) Informação geográfica; (ii) Informação organizacional; e (iii) Informação sobre processos (PEREIRA et al., 2007). Ela ainda possui dois tipos de transação simbiótica mais comuns, a utilização de resíduos de um indústria gerando subprodutos e o compartilhamento de serviços, como de energia (BAIN et al., 2010). Na Figura 6 observa-se a comparação entre um processo tradicional e um simbiótico, que reutiliza resíduos como matéria-prima. No Brasil encontram-se ações de Simbiose Industrial no Polo Petroquímico de Camaçari-BA (TANIMOTO, 2004).

Figura 6 – Processo tradicional x Processo Simbiótico



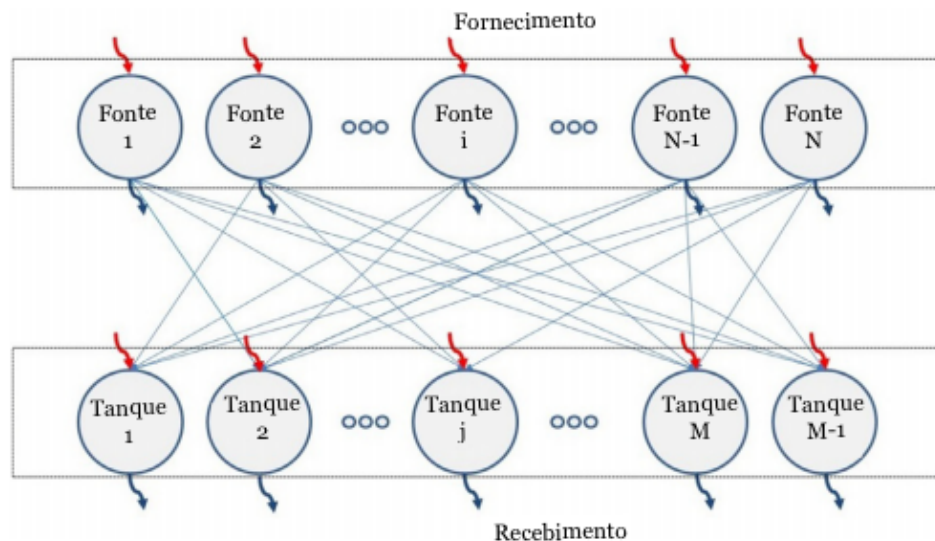
Fonte: Agarwal e Strachan (2008)

Um exemplo típico de simbiose industrial ocorre dentro dos eco-parques, locais em que a simbiose é facilitada pela proximidade geográfica. Os parques eco-industriais facilitam o crescimento do intercâmbio, onde os ocupantes colaboram para minimizar o desperdício de material e energia através de redes internas de reutilização, que reduzem o impacto ambiental e aumentam a rentabilidade da empresa (KASTNER et al., 2015).

### 2.3 PARQUES ECO-INDUSTRIAIS

Os parques eco-industriais são definidos como uma comunidade de empresas que buscam melhor desempenho ambiental e econômico através da colaboração de recursos tais como: informação, materiais, água, energia, infra-estrutura. A principal engrenagem por trás dos PEIs está na prática da simbiose industrial, que exige um visão mais completa sobre os sistemas industriais e seus subconjuntos. Nos PEIs os recursos são compartilhados e reutilizados em diferentes níveis através de redes, de modo que os benefícios coletivos possam ser alcançados. Particularmente as redes de energia dentro dos PEIs são diferentes das redes urbanas e industriais, pois dentro dos PEIs muitas empresas produzem e consomem energia ao mesmo tempo (ZHANG et al., 2017). Na Figura 7 podemos ver um exemplo típico de um sistema energético dentro do PEIs.

Figura 7 – Sistema energético praticado nos PEIs



Fonte: Adaptado de Zhang et al. (2017)

O conceito de parques eco-industriais como uma das direções da ecologia industrial foi sugerido por Erkman (1997). Ele consiste na aplicação do conceito ecológico de teias entre empresas para criação de zonas industriais, onde resíduos ou subprodutos de uma empresa são utilizados como recursos por outra empresa. É o tipo de ecossistema mais claramente identificado na Ecologia Industrial por envolver unidades de produção bem definidas com suas conexões energético-materiais. A atuação dos PEIs pode ser delimitada no âmbito de planta (entre empresas situadas em um mesmo local), de firma (em uma mesma região) ou organização (distantes umas das outras) (COSTA, 2002).

Em 1990, na cidade de Kalundborg na Dinamarca, a troca espontânea de resíduos, subprodutos e energia entre as indústrias locais chamou atenção dos pesquisadores ambientais (DESROCHERS, 2001). Bonazzi et al. (2001) descreveram como se iniciou o conceito de parque eco-industrial em Kalundborg:

A simbiose industrial em Kalundborg não era uma rede planejada, mas uma série de projetos inicialmente independentes um do outro. Não havia Gestão conjunta, mas sim acordos entre empresas parceiras. O mais interessante é que a rede não evoluiu com nenhum conhecimento acadêmico ou científico, mas com as boas práticas de gestão econômica. Todos os projetos exigiram investimentos e resultaram em receitas ou economias para as partes envolvidas.

Desde então, o pioneiro parque eco-industrial de Kalundborg se tornou o mais conhecido do mundo, onde os integrantes partilham água, instalações de tratamento de águas residuais, vapor, combustíveis, subprodutos e resíduos, que se tornam matéria-prima em outro processo. Os principais benefícios que a simbiose industrial gera nesse eco-parque são: redução do consumo de energia, carvão, petróleo, e uso de água; redução na emissão do dióxido de enxofre ( $SO_2$ ) e do dióxido de carbono ( $CO_2$ ); transformação de produtos de resíduos tradicionais, tais como as cinzas volantes, enxofre e lodo biológico, em matérias-primas para produção (VALENZUELA-VELEGAS et al., 2016).

Entretanto, no Brasil, o tema segue relativamente desconhecido no meio acadêmico e, principalmente, no meio empresarial. Há pouca clareza quanto às relações e às distinções entre as definições de Ecologia Industrial, Simbiose Industrial e Parque Eco-industrial (TREVISAN et al., 2016).

## 2.4 ARRANJO PRODUTIVO LOCAL

Em uma era de globalização, com a internet ligando competidores e parceiros comerciais no mundo inteiro, é paradoxal notar que empresas de sucesso de um mesmo ramo tendem a serem encontradas próximas umas às outras. É o caso de Wall Street para o mercado financeiro, o sul da Alemanha para carros de alta performance, o Japão para equipamentos eletrônicos ou Hollywood para o entretenimento (PORTER, 1998).

As vantagens competitivas em uma economia global dependem de fatores locais - como conhecimento, relacionamentos e motivação - que rivais não podem igualar. Os Arranjos Produtivos Locais são concentrações geográficas de empresas de um mesmo ramo de atividade econômica e interconectadas (THOMAZ et al., 2011). Podem fazer parte desta aglomeração agentes públicos e privados, de fins econômicos, políticos e sociais, desde que contribuam com a competitividade do setor. Exemplos são indústrias, provedores de manutenção e treinamentos, órgãos e agências governamentais, universidades e institutos de pesquisa. Esta situação fomenta a competição e a cooperação e sua delimitação física não necessariamente está contida em fronteiras políticas (PORTER, 1998; OBAPL, 2011).

De acordo com Thomaz et al. (2011), as aglomerações industriais são comuns e antigas e sua causa pode advir de diferentes razões, da proximidade a consumidores ou recursos raros à casualidades históricas. O termo *cluster*, em inglês, vem sendo gradualmente substituído no Brasil por Arranjo Produtivo Local (MASCENA et al., 2012). É

importante notar, entretanto, que há empresas não demonstram tendência natural para a aglomeração (THOMAZ et al., 2011). O economista britânico Marshall (1920) renunciou em seus estudos a ligação entre o aumento da produtividade e a proximidade geográfica. Ele constatou vantagens nas firmas concentradas em comparação às que não, através da economia em mão de obra e equipamentos e de sua maior capacidade de inovação.

Muitas das vantagens dos arranjos produtivos locais advém da produção em escala oriunda do agrupamento de pequenas e médias empresas. A cooperação e o compartilhamento de infraestrutura, tanto física quando social e econômica, auxilia na divisão de trabalhos, com cada fábrica se especializando em fases de produção e levando a uma maior eficiência da aglomeração e da economia de escala. Desta forma os volumes das firmas individuais não possui tanta relevância, pois tal nível de especialização talvez não se justificasse para nenhuma das empresas do aglomerado de maneira individual. Esse clima de cooperação favorece ainda a profusão de conhecimento (THOMAZ et al., 2011).

O Quadro 2 lista os aspectos comuns em APLs, destacando-se: fluxo intenso de informações, mão de obra qualificada e especialização (THOMAZ et al., 2011). Obtêm-se como vantagem o aumento da produtividade e das inovações geradas pelas indústrias dele participantes. Os ganhos da aglomeração tornam-se maiores conforme se intensificam os fluxos e as inovações, resultando em aumento do aprendizado e da cooperação. Assim estabelecesse um círculo vicioso de ônus. Por fim, a própria localização torna-se uma vantagem para competição no mercado, propagando o efeito e podendo resultar em aglomerações de sucesso e de grandes proporções, como o Vale do Silício nos Estados Unidos da América (PORTER, 1998; ZAMBRANA; TEIXEIRA, 2013).

Quadro 2 – Aspectos comuns das abordagens de aglomerados locais

Localização	Proximidade ou concentração geográfica
Atores	Grupos de pequenas empresas.
	Pequenas empresas nucleadas por uma grande empresa.
	Associações, instituições de suporte, serviços, ensino e pesquisa de fomento, financeiras etc.
Características	Intensa divisão de trabalho entre as firmas.
	Flexibilidade de produção e organização.
	Especialização.
	Mão de obra qualificada.
	Competição entre firmas baseada em inovação.
	Estreita colaboração entre as firmas e os demais agentes.
	Fluxo intenso de informações.
	Identidade cultural entre os agentes.
	Relações de confiança entre os agentes.
Complementaridades e sinergias.	

Fonte: SEBRAE (2014)



Conforme o estudo de APLs se desenvolveu, novas vantagens dessa organização foram observadas. As empresas participantes ganharam a reputação de fabricarem produtos de qualidade, o que foi possível pela redução das incertezas com diluição da demanda, garantindo flexibilidade. Ainda o rateio de custos e a troca de informações ajuda no aprendizado coletivo e desenvolvimento de novos produtos, aumentando a criação de valor líquido das empresas (medida em quantidade de inovações) (THOMAZ et al., 2011). Os estudos que apontam na direção da vantagem desse modelo são predominantes em quantidade e, como indicativos positivos, listam dados de aumento de empregos e salários, taxas de turnover e inovação.

A análise através de APLs permite a aplicação de políticas públicas como estímulo ao desenvolvimento de pequenos negócios e de certas regiões. A cooperação entre companhias deve ser consideradas de ao menos duas maneiras: cooperação multilateral, em que várias empresas utilizam uma referência para se reunirem (como associação de produtores) e cooperação bilateral, em que várias companhias individuais colaboram para solucionar um problema específico (como compra de tecnologia). Já sua governança pode ser hierárquica, em que uma empresa de grande porte define regras e produtos que são seguidos pelas outras, ou por “redes”, em que empresas menores interagem com fortes ligações e sem uma dominância (ZAMBRANA; TEIXEIRA, 2013; FUINI, 2014).

Na América Latina, os APLs divergem da complexidade e grau de inovação dos encontrados em países desenvolvidos. As três deficiências comuns à estas aglomerações são listadas por Altenburg e Meyer-Stamer (1999): (i) desenvolvimento heterogêneo e falta de pequenas e médias empresas competitivas: em aglomerações do mundo industrializado, pequenas e médias empresas possuem papel muito importante como provedores de produtos e serviços especializados; (ii) Falta de habilidade para inovação: APLs bem sucedidas no mundo ocorrem em setores de alta tecnologia e/ou design e envolve inovações substanciais; (iii) Baixo grau de especialização e cooperação entre firmas: comparado com aglomerações inovadoras do mundo, aqui as aglomerações compreendem apenas alguns estágios da cadeia produtiva, com poucos serviços complementares e acordos cooperativos.

O Brasil tem os APLs listados nas prioridades do governo federal, desenvolvendo políticas públicas para isso desde os anos 2000. Uma instância criada de importante atuação é o Grupo de Trabalho Permanente para APLs (GTP APL), de coordenação do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Tais iniciativas mostram o apoio governamental aos APLs e que tal modelo tem espaço para amadurecer e se fortalecer no Brasil e no Paraná (FIEP-PR, 2016; THOMAZ et al., 2011).

## 2.5 PELLETS

Segundo Madadian et al. (2016), a biomassa é considerada uma das mais importantes fontes de energia renovável. Contendo pequenas quantidades de enxofre e cinzas minerais e menor matéria volátil que o carvão, é um dos combustíveis mais favoráveis ao meio ambiente e classificada como um combustível limpo. Sua combustão é dividida em três processos: (i) Evaporação de água; (ii) Combustão de componentes voláteis; (iii) Combustão de carbono fixo. A taxa de queima da biomassa alcança similaridade à do carvão (GUO; ZHONG, 2017) e o *pellet*, uma forma de biomassa, é ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – *Pellets* de madeira



Fonte: Oliveira (2012)

Os *pellets* de madeira, também chamados de *wood pellets*, são uma fonte de energia renovável pertencentes a classe da biomassa. A substituição de combustíveis fósseis pelo uso do *pellet* está se tornando cada vez mais atraente devido a escassez dos combustíveis fósseis e aos problemas ambientais, especialmente ao  $CO_2$  lançado na atmosfera. Seu combustível tem eficiência elevada, é menos prejudicial ao meio ambiente em relação aos fósseis e de fácil armazenamento e transporte (GUO; ZHONG, 2017). A Tabela 1 apresenta um comparativo entre as propriedades do *wood pellet* e outras biomassas, relativas a quantidade de energia, resíduos deixados e elementos nocivos.

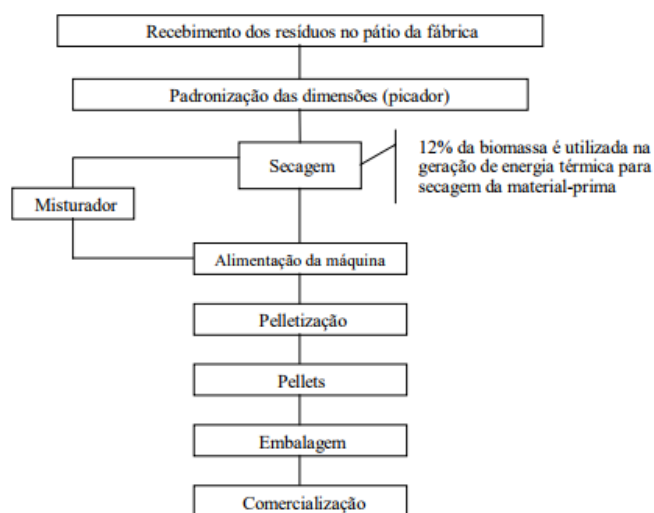
Tabela 1 – Comparativo do poder calorífico dos *pellets* de madeira

Biomassa	Poder Calorífico <i>MJ/kg</i>	Umidade % (base úmida)	Cinzas % (base úmida)	Enxofre % (base seca)	Cloro % (base seca)
<i>Pellets</i> de madeira	16 - 18	07 - 12	0,4 - 1,5	-	-
Bagaço de Cana	8 - 10	40 - 60	0,5 - 6	-	-
Madeira	10 - 12	10 - 60	0,25 - 1,7	0,01	0,01
Carvão Vegetal	25 - 32	1 - 10	1 - 4	-	-
Palha	14 - 16	10	4 - 5	0,07	0,49
Serragem	11,3	35	2	-	-

Fonte: Adaptado de Duarte (2009)

Como matéria-prima principal para produção dos *wood pellets* utiliza-se resíduos como a serragem e a maravalha. Esses resíduos são prensados sob alta temperatura até alcançarem a forma de cilindros com aproximadamente 10 milímetros de diâmetro podendo ter de 20 a 40 milímetros de comprimento. Para produção dos *pellets* existem dois tipos de equipamento: peletização com matriz de disco e com matriz de anel, sendo as etapas de fabricação mostradas na Figura 9 (COUTO et al., 2004).

Figura 9 – Etapas do processo de fabricação dos *pellets* de madeira



Fonte: Couto et al. (2004)

A aplicação do conceito de SI e a criação de PEIs para fabricação de *pellets* é um tema que deve ser mais valorizado e estudado na indústria madeireira. Segundo Madadian et al. (2016), a maioria dos *pellets* de madeira são fabricados com aproveitamento de resíduos florestais, de madeireiras e indústrias fabricantes de produtos de madeira.

Um impeditivo à adesão do *pellet* no mercado mundial é a necessidade de equipamentos específicos para sua queima e geração de energia, como fornos e caldeiras de alta eficiência. Segundo Nunes et al. (2016), substituir os equipamentos utilizados para a queima de combustíveis fósseis por um equipamento específico exige um alto investimento, como visto na Tabela 2 para o exemplo de uma indústria de papel e celulose de Portugal. Com isso, o tempo de retorno desta aplicação é de, no mínimo, 2,8 anos.

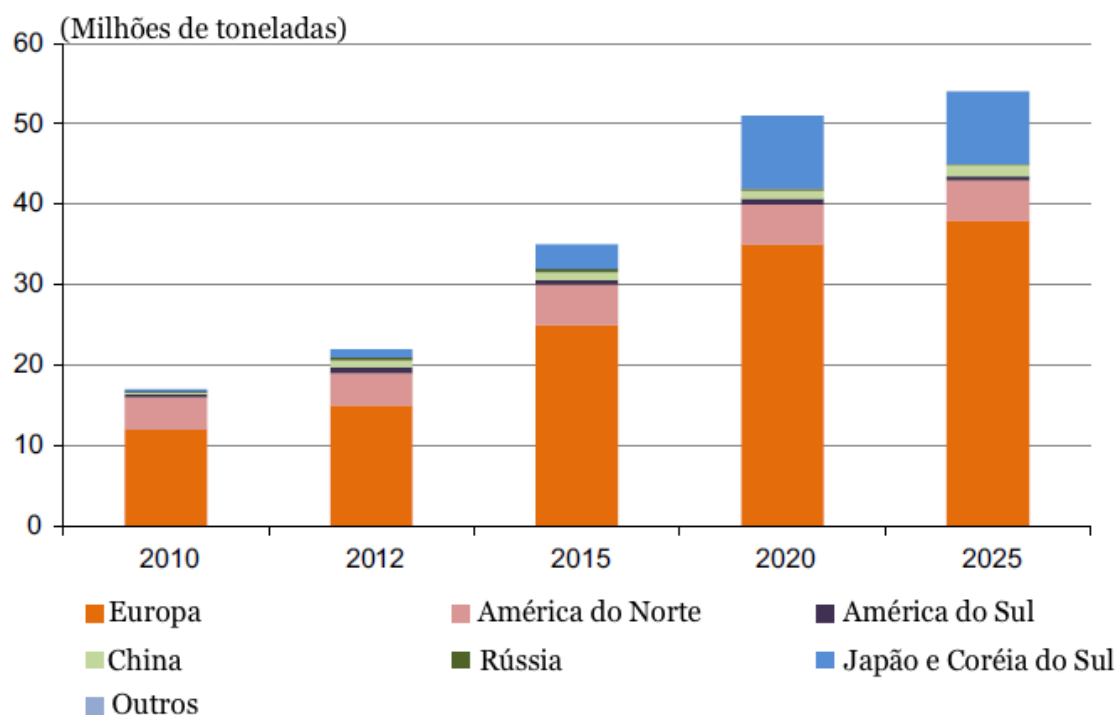
Tabela 2 – Substituição de caldeiras de combustíveis fósseis por *pellets*

Capacidade da Caldeira	Investimento	Retorno do investimento em anos
5 toneladas/hora	350.000 euros	2,8
10 toneladas/hora	700.000 euros	3,2
15 toneladas/hora	1.000.000 euros	3,6

Fonte: Nunes et al. (2016)

Ao longo da última década, várias empresas investiram em usinas de *pellets* de madeira, fazendo com que produção mundial atingisse 26 milhões de toneladas em 2013. Em 2020, estima-se que a demanda mundial possa alcançar a marca de 40 milhões de toneladas (PROSKURINA et al., 2016). A Figura 10 mostra a evolução histórica e a previsão na demanda desta fonte de energia de 2010 à 2025.

Figura 10 – Demanda global de *pellets* em milhões de toneladas



Fonte: Proskurina et al. (2016)

Como observa-se ver na Figura 10, a América do Sul e portanto o Brasil têm contribuição insignificante no consumo mundial de *pellets*. No Brasil, a fábrica da Battistela, localizada na cidade de Negrinhos-SC, é conhecida como a primeira produtora do país. Loper e Woycikiewicz (2014) quantificam a produção aproximada no país entorno de 4.500 (quatro mil e quinhentas) toneladas por mês, o que é um valor muito baixo quando comparado com países europeus. Tomando como exemplo Portugal, sua produção mensal é entorno de 100 mil toneladas, mesmo possuindo um território cerca de 90 vezes menor (NUNES et al., 2016).

Essa baixa representação do Brasil neste segmento se deve a falta de uma política nacional para o incentivo da produção e ao alto custo do maquinário necessário nas fábricas. Em contra partida, temos a nossa favor o quarto maior parque de serrarias do mundo e o volume de resíduos florestais gerado por ano está em torno de 86 milhões de metros cúbicos (TAVARES; ROBERTO, 2015), revelando o grande potencial do país.

## 2.6 ANÁLISE INTEGRADA

Nesta seção vamos fazer uma breve reflexão sobre alguns assuntos apresentados no referencial teórico e mostrar a contribuição de cada um para a elaboração da pesquisa. A Figura 11 mostra a conexão entre os temas abordados nesta pesquisa.

Figura 11 – Mapa mental da pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2017)

A Ecologia Industrial estuda o conjunto das atividades industriais e sua relação com o meio ambiente, tendo como objetivo a diminuição dos impactos ambientais gerados por essas companhias. A partir da EI originou-se a Simbiose Industrial, sendo um dos seus conceitos a interação e cooperação entre indústrias para reaproveitamento de resíduos. Os resíduos de uma indústria se transformam em matéria-prima para outra, diminuindo o consumo de recursos naturais e os resíduos despejados no meio ambiente.

Os Arranjos Produtivos Locais são conglomerados regionais de indústrias especializadas em um determinado segmento. O alto número de empresas concentradas no mesmo local faz com que o índice de resíduos seja bastante elevado, tornando esses arranjos lugares com um enorme potencial para aplicação das práticas de Simbiose Industrial.

No estado do Paraná temos APLs de vários segmentos. Entre eles há dois arranjos no segmento de madeira, que geram resíduos como serralhas, maravalhas, etc. Esse tipo de resíduo é comumente usado como matéria-prima para fabricação de *pellets*.

O mercado de *pellets* ainda está em desenvolvimento no Brasil e possui expressão quase nula no cenário nacional. Entretanto evidenciamos que é um segmento com enorme potencial de crescimento nacionalmente e mundialmente. Alguns países europeus já anunciaram que nos próximos anos vão cessar o uso de carvão como combustível (OLIVEIRA, 2012), substituindo-o pela energia renovável do biocombustível *pellet*.

Todos os temas abordados na pesquisa se associam e nos guiam para elaboração de uma proposta inovadora, com a aplicação de todos esses conceitos para a diminuição do impacto ambiental. Impacto esse gerado pelo elevado índice de resíduos das indústrias madeireiras e queima de combustíveis fósseis para geração de energia. A prática bem sucedida de Simbiose Industrial nos Arranjos Produtivos Locais de madeira pode diminuir o custo de produção e impulsionar a indústria nacional madeireira e de *pellets*.

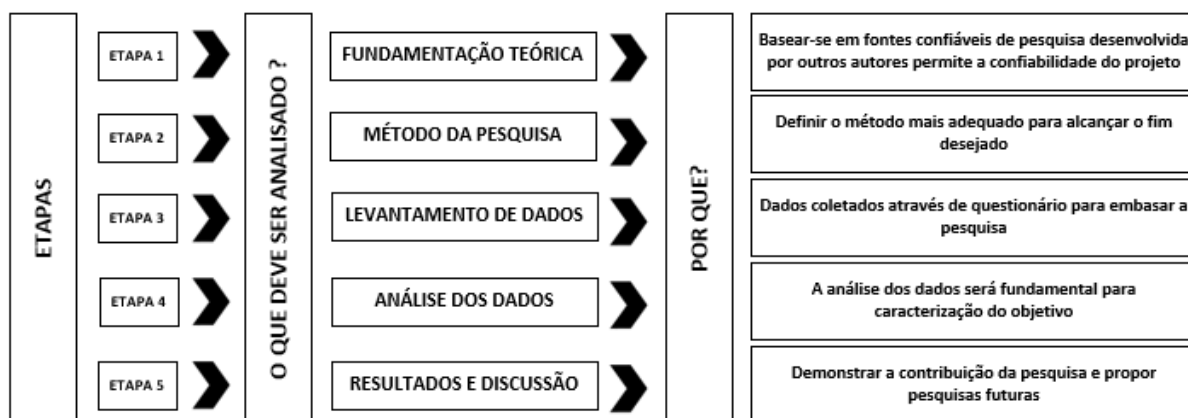
### 3 METODOLOGIA

Nesse capítulo, apoiado nos anteriores, se estabelecerá a metodologia seguida no presente Trabalho de Conclusão de Curso. Serão descritas a Metodologia utilizada (seção 3.1), sua Justificativa (seção 3.2) e os Produtos do Projeto (seção 3.3).

#### 3.1 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

A geração de resíduos é um empecilho para o desenvolvimento e a necessidade de estudos na área se faz clara. Este tema, porém, possui uma infinidade de abordagens possíveis de serem estudadas (PAIXÃO, 2012). O presente projeto de pesquisa estudou práticas de simbiose possíveis de serem aplicadas em um arranjo produtivo local madeireiro do estado do Paraná relacionados a resíduo. O projeto de pesquisa dividiu-se em 5 etapas conforme apresentado na figura 12.

Figura 12 – Etapas da pesquisa



Fonte: Adaptado de Rocha (2012)

Na etapa 1, a busca teórica foi fundamental para a pesquisa, melhor compreensão do tema, seus problemas e possíveis abordagens. Dentre todos os possíveis rejeitos industriais produzidos por um APL do setor de beneficiamento de madeira, o foco do estudo foi os resíduos do beneficiamento de madeira. Esses resíduos incluem a serragem, o pó de serra, as costaneiras, os resíduos do refilamento, as aparas e a casca. As práticas de SI da pesquisa serão para uma destinação alternativa deste material, potencialmente reduzindo seu dano ecológico e agregando valor através da produção de *pellets*.

Em seguida foram desenvolvidos os procedimentos metodológicos que guiam o trabalho, configurando a etapa 2 e descritos neste capítulo. O levantamento de dados foi feito na etapa 3 através de pesquisas em bancos de dados e de contato com as empresas membros do APL por meio de um questionário.

Em posse das informações sobre os resíduos que obteve-se no questionário, adentra-se nas etapas 4 e 5. Realizou-se um comparativo e foram levantados pontos para discussão com o que foi encontrado na literatura e verificada a possibilidade de implementação de práticas de Simbiose Industrial. Isso ocorreria por meio da produção de *pellets* de madeira, o que reforçaria o APL e reduziria seu impacto ambiental. A forma de realizar a interação necessária entre as indústrias é desenvolvida por esta pesquisa.

### 3.2 JUSTIFICATIVA DA METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica se faz essencial para fundamentação teórica deste trabalho. Nela se analisam situações que comumente ocorrem na indústria local e mundial no tratamento de rejeitos industriais madeireiros, na produção de *pellets* e nos arranjos produtivos locais deste setor.

A análise destas situações demonstram como esse assunto vem sendo abordado, o contextualizam e torna o tema pertinente devido sua importância no estado do Paraná. O estudo pode ainda tornar-se referência para futuros trabalhos no gerenciamento de resíduos da indústria madeireira no país. A análise do problema a partir da fundamentação teórica enquadra esta pesquisa como projeto científico de TCC de Engenharia Mecânica.

### 3.3 PRODUTOS DO PROJETO

O projeto em questão tem como contribuição uma apuração das práticas de Simbiose Industrial nas indústrias madeireiras do APL de referência, através do intercâmbio de resíduos gerando subprodutos. Isso contribuirá com a redução dos rejeitos industriais, maior oferta de uma opção energética sustentável e maior economia nos arranjos produtivos madeireiros, já que seus rejeitos poderão obter valor agregado. O estudo e suas práticas ainda poderão ser replicadas em outros arranjos produtivos do país.

A equipe também tem a possibilidade de publicar um artigo em conjunto com o professor orientador. Assim, não será desenvolvido um protótipo, nem um produto físico ao final do projeto de pesquisa.

### 3.4 COLETA DE DADOS

Para levantar as informações necessárias sobre a atual situação dos resíduos nas empresas no APL do Paraná escolhido, a equipe entrou em contato com as empresas de processamento de madeira da região. Foram elaborados uma carta de apresentação e um questionário, disponíveis respectivamente nos Apêndices A e B. A carta visa de apresentação da equipe, do projeto de pesquisa e da motivação do contato, tendo sido elaborada em conjunto e assinada pelo professor orientador.

O questionário foi realizado utilizando a ferramenta *Google™ Forms*. Ele foi elaborado pela equipe, contendo questões do tipo abertas e fechadas e somando 14 perguntas. O objetivo de cada questionamento é listado no Quadro 3.

Quadro 3 – Estrutura do questionário

Nr	Questão	Objetivo
01	Qual é o ramo de atividade da sua empresa?	Identificar o processo produtivo da empresa
02	Qual a quantidade de colaboradores da empresa ?	Classificar a empresa pelo seu porte
03	Qual o ano de fundação da sua empresa?	Conhecer a experiência da empresa no ramo
04	Quais as matérias-primas de madeira que a empresa utiliza?	Identificar qual processamento será realizado e compatibilidade dele com <i>pellets</i>
05	Qual o volume de matérias-primas de madeira que a empresa consome por mês?	Comparativo do volume que é processado e do resíduo gerado
06	Qual o percentual de aproveitamento da matéria-prima?	Comparativo do volume que é processado e do resíduo gerado
07	Quais os tipos de resíduos de madeira que a empresa gera?	Identificar a geração de resíduos no processamento
08	Dos resíduos listados anteriormente, qual a quantidade (kg) que sua empresa gera por mês?	Identificar a geração de resíduos no processamento
09	Qual a atual destinação desses resíduos?	Identificar a destinação atual dos resíduos dada pela empresa
10	Sua empresa realiza troca, compra e/ou venda de resíduos com outras empresas?	Verificação de relações de simbiose industrial com os resíduos
11	Se sim, quais os tipos e quantidade (kg) de resíduos que sua empresa troca, compra e/ou vende?	Verificação de relações de simbiose industrial com os resíduos
12	A empresa já obteve ou obtém rentabilidade com a prática de troca, compra e/ou venda de resíduos?	Verificação de relações de simbiose industrial com os resíduos
13	Conhecimento e contato com uma indústria de <i>pellets</i>	Verificação do nível de contato das empresas em relação aos <i>pellets</i>
14	Contato	Retorno dos resultados da pesquisa para as empresas respondentes interessadas

Fonte: Autoria Própria (2017)

Através de um sindicato patronal do Arranjo Produtivo Local escolhido, escolheram-se as companhias para participação na pesquisa. Definiu-se o contato via telefone para contato inicial e o posterior envio da carta de apresentação e do questionário.



## 4 DESENVOLVIMENTO

Sequencialmente à fundamentação teórica e a definição da metodologia, inicia-se o desenvolvimento do trabalho. Neste capítulo serão apresentados, sempre referente ao estado do Paraná, os arranjos produtivos locais (seção 4.1), a indústria madeireira do estado (seção 4.2), o arranjo produtivo local de Rio Negro (seção 4.3) e a produção de pellets no estado (seção 4.4).

### 4.1 ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS DO ESTADO DO PARANÁ

O desenvolvimento dos arranjos produtivos locais do estado do Paraná é incentivada pelo governo e também por outras entidades. Vecchia (2010) menciona a iniciativa do Instituto Euvaldo Lodi do Paraná juntamente com a Federação das Indústrias do Paraná (FIEP), o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE-PR) e o Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE) para políticas e projetos estratégicos conforme a situação de cada APL. Para este processo é de grande valia a atuação dos sindicatos patronais, bem como outros parceiros públicos e privados.

O suporte oficial do governo é prestando através da REDE APL Paraná - Rede Paranaense de Apoio aos Arranjos Produtivos Locais. Este Comitê Gestor foi criado em 2004 e visa o fortalecimento dos APLs do estado, aumento de competitividade e alavancagem de recursos (GOVERNO-PARANÁ, 2013). Em parceria com o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), realizou um estudo para a identificação das aglomerações e possíveis APLs, visualizado na Figura 13.

Figura 13 – Categorias de aglomerações industriais

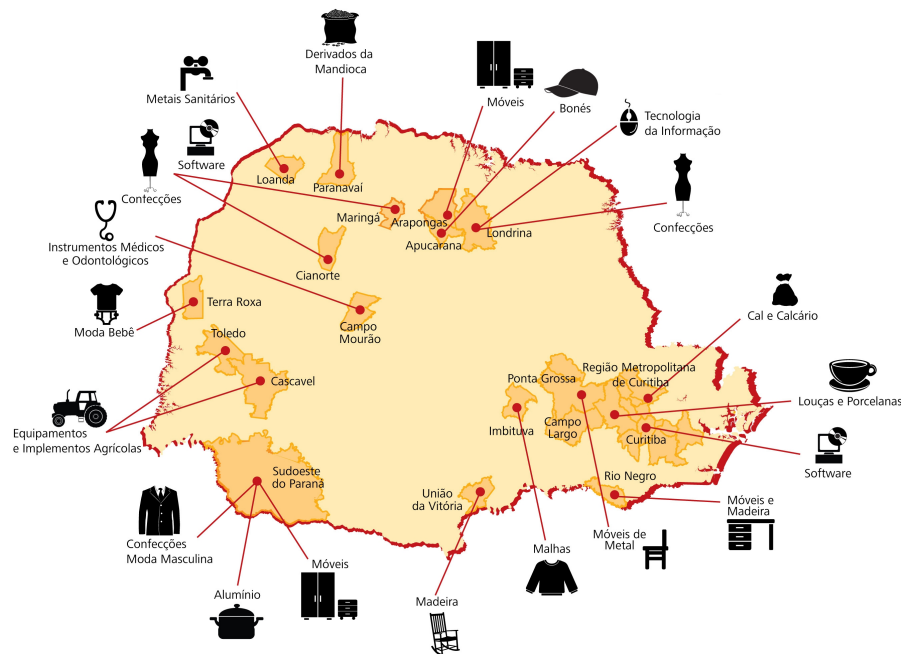
		CATEGORIAS DE AGLOMERAÇÕES	
DESENVOLVIMENTO LOCAL/REGIONAL	Alta Relevância	<b>Vetores de Desenvolvimento Local</b> Cianorte (confeccões) Capanema (confeccões - moda masculina) Rio Negro (madeira / móveis) Prudentópolis - Imbituva (malhas) Telêmaco Borba (madeira)	<b>Núcleos de Desenvolvimento Regional e Setorial</b> Apucarana (confeccões - bonés) Arapongas (móveis) União da Vitória (madeira / portas e janelas) Loanda (torneira / produtos de metal) Guarapuava (madeira) Paranavai (mandioca / fécula) Ponta Grossa (móveis de metal) Maringá (colchões)
	Baixa Relevância	<b>Embriões</b> Umuarama - Altônia / Terra Roxa (confeccões) Toledo / Cascavel (máq. e equip. agrícolas) Maringá / Pato Branco (software) Francisco Beltrão - Ampére / Verê (madeira / móveis) Paranavai / Cianorte (cerâmica vermelha)	<b>Vetores Avançados</b> Curitiba (equipamentos médico/ hospitalares) Curitiba (cal / calcário) Curitiba (porcelana) Curitiba/Londrina (software) Londrina (couros e artefatos de couro) Londrina (plásticos) Maringá (confeccões)
		Baixa Relevância	Alta Relevância
SETOR DE ATIVIDADE ECONÔMICA DO ESTADO			

Fonte: Adaptado de Vecchia (2010)

Nesse estudo foram listadas 114 aglomerações, organizadas em quatro categorias conforme sua importância para a região e para o setor de atividade econômica do Estado. As quatro categorias são: (i) Núcleos de desenvolvimento regional e setorial; (ii) Vetores de desenvolvimento local; (iii) Vetores avançados; e (iv) Embriões (VECCHIA, 2010).

Este primeiro levantamento da REDE APL Paraná, realizado em 2005 logo após sua fundação, é essencial como base para a aplicação de políticas públicas destinadas aos arranjos produtivos locais. Os objetivos do governo com o apoio às aglomerações incluem a geração de renda e emprego, redução dos desequilíbrios regionais e aumento da competitividade industrial (VECCHIA, 2010). Este levantamento vem sendo constantemente revisado e evoluiu para o mapeamento dos APLs do estado, ilustrado na Figura 14.

Figura 14 – Arranjos produtivos do estado do Paraná



Fonte: Governo-Paraná (2013)

Com a indústria madeireira no foco da pesquisa, Bittencourt e Oliveira (2009) mencionam que a organização de APLs madeireiros no Paraná é recente e sua robustez e reconhecimento tem sido lenta. Isso se deve à retraída participação dos empresários do complexo produtivo em relação aos processos de funcionalidade do APL.

A Figura 14 destaca duas aglomerações industriais de madeira: Rio Negro e União da Vitória. No trabalho optou-se pelo prosseguimento do estudo no APL com maior acesso a questões logísticas e, portanto, facilidade de exportação de seus produtos. O Arranjo Produtivo Local madeireiro que se destaca nessas características é o de Rio Negro, localizado ao sul da região metropolitana de Curitiba e divisa com Santa Catarina.

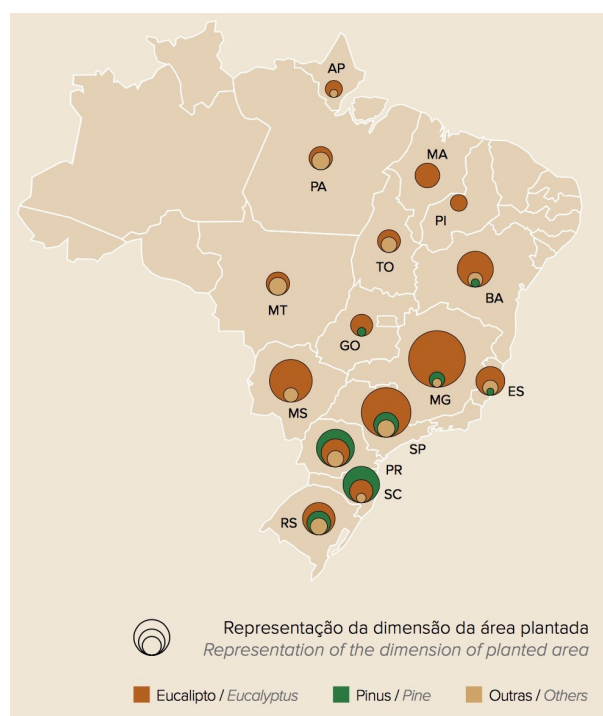
## 4.2 INDÚSTRIA MADEIREIRA NO PARANÁ

A exploração de madeira sempre foi muito presente na história do Paraná e do Brasil e, desde o seu início, com características predatórias. A indústria da madeira teve importante papel no desenvolvimento sócio-econômico local, participando de um de seus ciclos econômicos mais importantes (BITTENCOURT; OLIVEIRA, 2009).

A floresta de *araucária angustifolia*, que recobria vasta porção do Paraná, possibilitou o primeiro ciclo estadual da madeira. Sua importância tornou-se ainda mais relevante com o aumento de suas exportações no início do século XX, intensificando sua exploração. O mercado atraiu investimento internacional, com ingleses e norte americanos passando a controlar a maior fração do malha de ferrovias da região sul, entorno das quais a mata era explorada. Bittencourt e Oliveira (2009) salientam que desde então as serrarias concentraram-se cada vez mais na região centro-sul do Paraná, avançando rumo oeste conforme a mata de araucárias era derrubada até o quase esgotamento da espécie.

Ainda no século XX iniciaram-se movimentos para combater a exploração predatória das florestas, forçando alternativas para o uso e a reciclagem de produtos madeireiros visando seu uso sustentável (BITTENCOURT; OLIVEIRA, 2009). Atualmente o setor de árvores plantadas é de extrema importância para o país e o estado. A IBÁ (2015) aponta que o Paraná possui 42,4% das plantações de *pinnus* do país, seguido de Santa Catarina com 34,1%, conforme delineado na Figura 15. Isso demonstra o potencial da região para produtos derivados da madeira, especialmente de *pinnus*.

Figura 15 – Distribuição das árvores plantadas por estado



Fonte: IBÁ (2015)

O mercado dos produtos de madeira é vasto e vem sendo ampliado com a abordagem de tecnologia. Ele é constituído pelos segmentos de madeira sólida, madeira processada, móveis, carvão vegetal e papel e celulose. Conforme Bittencourt e Oliveira (2009), o mercado interno é a destinação da maior parcela da madeira serrada produzida no Paraná, contudo produtos com maior valor agregado são destinados à exportação.

Após a abertura comercial brasileira nos anos 1990, empresas da indústria madeireira necessitaram de uma evolução tecnológica. A assimilação de novas tecnologias de transformação da madeira permitiram o alcance à novos mercados, maior qualidade e competitividade do produto nacional (BITTENCOURT; OLIVEIRA, 2009). Uma forma de obtenção destas vantagens competitivas no Paraná foi através dos APLs.

### 4.3 ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DE RIO NEGRO

O Arranjo Produtivo Local de Rio Negro é localizado na parte sul da Região Metropolitana de Curitiba, fazendo divisa com o estado de Santa Catarina. Conforme o estudo IPARDES (2006), o APL gera 4 mil empregos formais e é constituído por 7 municípios sendo Rio Negro seu município-polo, com cerca de 30 mil habitantes.

Em relação à infra-estrutura de transportes, a região possui muitas opções de escoamento de produtos, com proximidade à Curitiba e ao litoral. Tendo facilidade de acesso a 5 rodovias federais, o IPARDES (2006) cita ainda a possibilidade do transporte aéreo pelo Aeroporto Internacional Afonso Pena (109 km), ferroviário e marítimo. Este último é muito utilizado pelos agentes do APL, através dos portos de Paranaguá-PR (200 km) e Itajaí-SC (120 km). Dessa maneira Rio Negro está taticamente localizada entre fornecedores, a região Sul do Brasil, São Paulo e o acesso ao mercado externo.

As companhias desta aglomeração se caracterizam pela atuação em dois segmentos: madeira e móveis. Elas abrangem 167 empresas, sendo 161 micro empresas, três de médio porte e três de grande porte (IPARDES, 2006). As atividades das madeireiras incluem todo o processamento da madeira, da extração até a fabricação de madeira laminada, chapas de compensado e embalagens. Já as moveleiras fixam-se na fabricação de móveis predominantemente de madeira. Ressalta-se que a abertura comercial da década de 1990 impôs mudanças que causaram o fechamento de muitas empresas locais.

A representação institucional no APL de Rio Negro ainda é incipiente (BITTENCOURT; OLIVEIRA, 2009). Não há uma liderança local ou entidade forte, com conexão com as empresas e que busque a fortificação do complexo. No entanto órgãos apoiam a região, como o SESI, SEBRAE, FIEP e SIMOVEM. Já o nível de inovação é indicativo de sucesso de um APL. Bittencourt e Oliveira (2009) avaliam Rio Negro com um nível tecnológico baixo, tendo entre os motivos a predominância de gestão familiar que pode traduzir dificuldades na gestão empresarial, na inovação e assim diminuição na competitividade.

#### 4.4 PRODUÇÃO DE PELLETS NO ESTADO DO PARANÁ

De toda a extensão territorial nacional, a maior concentração de produtores de *pellets* encontra-se no sul e sudeste do país. Em consulta a ABIPEL - Associação Brasileira das Indústrias de Pellets, encontra-se 17 produtores de *pellets* no Brasil sendo 6 deles no Paraná. Um exemplo é a empresa Timber S.A., que é umas das maiores empresas do ramo do país e faz parte do APL de Rio Negro-PR, como mostrado na Tabela 3 (ABIPEL, 2014).

Tabela 3 – Empresas produtoras de *pellets* no Paraná

Empresa	Capacidade ( <i>Ton/ano</i> )	Produção Atual ( <i>Ton/ano</i> )	Município
Koala Energy	22.500	1.000	Rio Negrinho-PR
BR Biomassa	22.500	8.000	Maringá-PR
Ecoxpellets	37.500	5.600	Bandeirantes-PR
Linea Paraná	30.000	1.000	Sengés-PR
Timber S.A.	90.000	4.000	Piên-PR
Wood Tradeland	24.000	2.500	Tunas-PR
TOTAL	226.500	22.100	

Fonte: ABIPEL (2014)

Contando as 17 empresas produtoras de *pellets*, o Brasil possui uma capacidade de produção de 436.375 toneladas de por ano (LOPER; WOYCIKIEWICZ, 2014). Conforme pode-se verificar na Tabela 3, o estado do Paraná representa 52% do cenário nacional, com um aporte de produção de 226.500 toneladas por ano.

Um das principais razões do Paraná abrigar 6 das 17 empresas produtoras de *pellets* do Brasil é o grande volume de madeira processada no estado. Soma-se a isso as condições logísticas, dado que as empresas não estão muito distantes do porto de Paranaguá, um dos principais portos do país (SERRANO, 2009). A madeira processada no Paraná vem, em grande parte, das reflorestamentos locais, dominadas pelo gênero *pinnus*. A matéria-prima gerada pelos resíduos desta madeira favorecem a melhor qualidade dos *pellets*, em relação às espécies folhosas, como as nativas e o eucalipto (SERRANO, 2009).

Segundo Aviz (2016), em 2014 o Brasil exportou 7 mil toneladas de *pellets*, valor referente a 14% da produção anual que é de aproximadamente 50 mil toneladas. Os *pellets* produzidos no país para serem exportados necessitam de certificados que atendam as legislações ambientais e trabalhistas em vigor, ou seja, os *pellets* não podem ser oriundos de madeiras de precedência ilegal. Essa é outra vantagem do Paraná em relação ao resto do país, uma vez que boa parte da atividade florestal da região sul do país é certificada segundo padrões florestais internacionalmente reconhecidos, como o FSC10 (*Forest Stewardship Council* - Conselho de Manejo Florestal) e o CEFLO11 (Certificação Florestal) (SERRANO, 2009).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

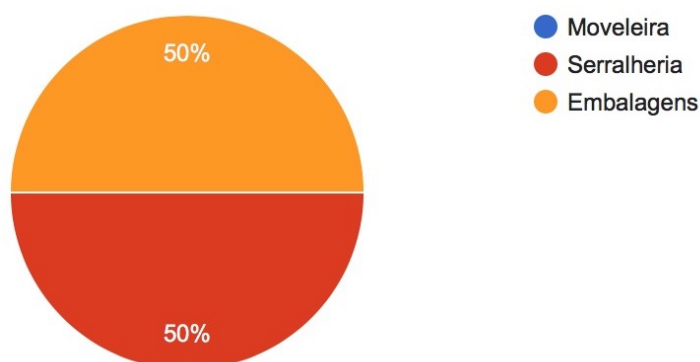
Nesse capítulo, embasando-se na metodologia e no desenvolvimento, serão apresentados os resultados obtidos no trabalho. Ele será dividido na Análise dos Dados Obtidos no Questionário (seção 5.1) e as Considerações sobre os Dados Obtidos (seção 5.2).

### 5.1 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NO QUESTIONÁRIO

Seguindo a metodologia, listaram-se as madeireiras do APL de Rio Negro através do sindicato local (SIMOVEM). Ele consta com 33 associados, entre eles serralherias, moveleiras e revendedoras de madeira. Foi realizado contato com 20 empresas por telefone para apresentação do projeto, onde obteve-se o retorno positivo de 12 para a realização da pesquisa. Enviou-se então a carta de apresentação (Apêndice A) e o questionário (Apêndice B) via *e-mail* em julho de 2017 às 12 empresas que aceitaram o envio. No período de 10 dias em que o questionário manteve-se disponível, apenas duas empresas responderam, o que não representa uma amostra significativa para resultados conclusivos.

O perfil dos respondentes é obtido nas primeiras três perguntas. A Figura 16 apresenta o ramo de atividade das empresas participantes e a Figura 17 a quantidade de colaboradores. Pela análise individual dos resultados, têm-se que a indústria de serralheria enquadra-se como microempresa e foi fundada em 1997, enquanto a de embalagens é uma empresa de médio porte fundada em 1949.

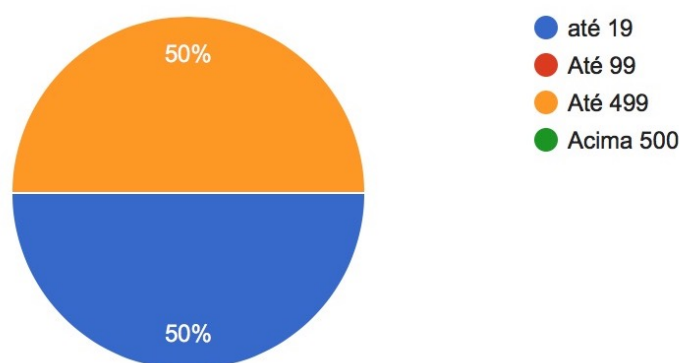
Figura 16 – Perfil dos respondentes - Ramo de atividade



Fonte: Autoria Própria (2017)

Como apresentado no referencial teórico, a Simbiose Industrial pode ser classificada em dois tipos de aplicação: intercâmbio de resíduos gerando subprodutos e repartição de utilitários e/ou serviços (BAIN et al., 2010). Este trabalho foi direcionado ao primeiro destes itens e os resultados a seguir demonstram isso para o APL de Rio Negro.

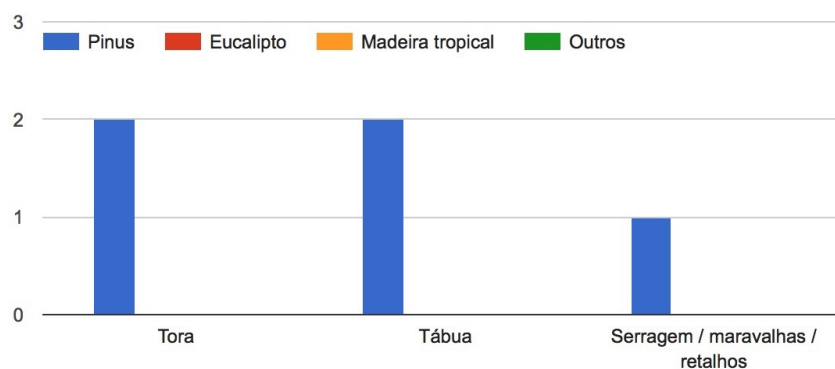
Figura 17 – Perfil dos respondentes - Quantidade de Colaboradores



Fonte: Autoria Própria (2017)

As matérias-primas utilizadas por cada uma das empresas que responderam o questionário é apresentado na Figura 18. Observa-se que ambas utilizam *pinus* como tipo de madeira, toras e tábuas como forma da matéria-prima. É importante salientar que a serralheria indicou possuir resíduos de madeira entre suas matérias-primas.

Figura 18 – Simbiose - Matérias-primas



Fonte: Autoria Própria (2017)

As próximas informações se referem ao volume processado desse material, seu aproveitamento e uso posterior. Estes dados podem ser visualizados na Tabela 4. Nota-se que ambas possuem aproveitamento das matérias-primas similar, geram os mesmos tipos de resíduos e já possuem destinação para eles. A coluna “Quantidade”, pergunta 8, objetiva um valor (*ton*) dos resíduos gerados, porém os valores obtidos são incoerentes com volume processado, demonstrando possível má formulação da questão.

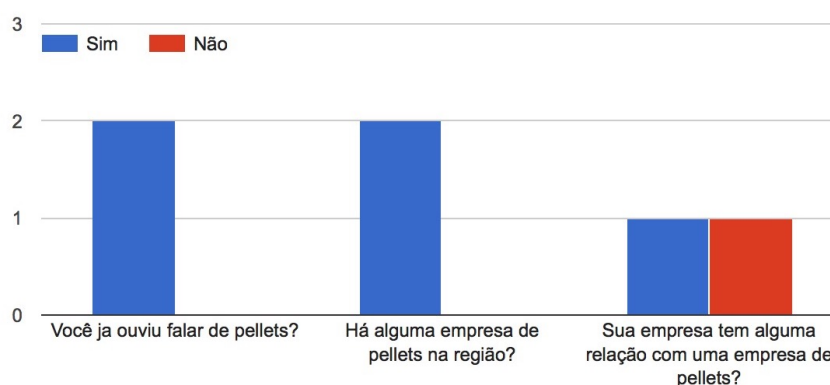
Tabela 4 – Dados de resíduos nos questionários

Ramo	Volume de matérias-primas	Aproveitamento	Tipos de Resíduos Gerados	Quantidade	Destinação
Serralheria	600 ( $m^3/mês$ )	45%	Serragem e Cavaco	250 ton	Sim
Embalagens	7200 ( $m^3/mês$ )	40%	Serragem e Cavaco	12 ton	Sim

Fonte: Autoria Própria (2017)

Como último resultado expressivo obteve-se o nível de contato dos questionados com empresas de *pellets*. Para as três perguntas fechadas de “sim/não”, as companhias responderam se conheciam o produto de *pellets*, se possuíam conhecimento de alguma empresa produtora na região e se possuíam alguma relação com tais companhias. Ambas responderam conhecer o produto e a presença de empresa do ramo na região, enquanto somente a do setor de embalagens disse possuir relações com essa empresa. Todavia não fica clara qual é essa relação. Este resultado é expresso graficamente na Figura 19.

Figura 19 – Simbiose - Relação com *pellets*



Fonte: Autoria Própria (2017)

Os resultados com maior significância foram apresentados e sua discussão ocorrerá na seção seguinte, de numeração 5.2

## 5.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DADOS OBTIDOS

Com base nos resultados obtidos com a realização desse projeto de pesquisa, concluiu-se que já há uma percepção regional na prática de simbiose para gerenciamento de resíduos no APL estudado. As duas empresas que responderam ao questionário afirmaram já ter destinação para os resíduos gerados, sendo eles: venda para queima e recuperação energética e comercialização para indústrias de painéis e papel e celulose.

Essa destinação impacta na viabilidade da produção de *pellets* por gerar maior demanda para os resíduos já existentes. Entretanto, mesmo havendo destinação para os resíduos, ao longo do desenvolvimento da pesquisa evidenciou-se uma grande fábrica de *pellets* na região do APL estudado que não apresentou vínculo nenhum com as empresas que responderam o questionário.

Portanto, mesmo com os rejeitos industriais tendo atualmente uma destinação, há espaço para a produção de *pellets* na região ocorrer em maior escala. A grande área plantada de *pinus* no estado (espécie que fornece melhor qualidade de *pellets*), bem como a presença do Porto do Paranaguá, são fatores facilitadores para este aumento de



escala. Soma-se a isso a tendência de crescimento da demanda mundial por este produto, superando a previsão de oferta mundial para os próximos anos.

Para fins de comparação, buscou-se na literatura e obtiveram-se informações semelhantes em relação a destinação dos resíduos da região. Segundo Serrano (2009), grande parte dos resíduos madeireiros gerados na região Sul já tem alguma destinação, principalmente no aproveitamento energético, impactando diretamente na demanda para esses resíduos e no preço de comercialização.

Também evidenciou-se na literatura que o mercado de *pellets* está em constante crescimento no mundo todo. O tipo de madeira (conífera) encontrada na região, se enquadra melhor com os padrões e normas de qualidade dos *pellets* exigidos pelo mercado europeu, além da exigência deste mercado por certificações de matéria-prima para importação, fator este que é comum nos reflorestamentos do estado (SERRANO, 2009). Assim o Paraná, se mostra extremamente atraente para um aumento na produção de *pellets*, voltados principalmente para o mercado de exportação.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo a verificação de práticas de Simbiose Industrial na região do APL madeireiro de Rio Negro pela possibilidade de destinar os resíduos madeireiros gerados na região para a produção de *pellets*. O interesse pelo tema surgiu devido ao aumento da preocupação dos órgãos públicos e privados em relação ao crescimento de resíduos gerados nas atividades industriais e a crescente demanda pelo *pellet* na Europa como fonte de energia renovável, caracterizando-se como biocombustível.

Alcançando o primeiro objetivo da pesquisa, a avaliação focou-se no APL de Rio Negro-PR, local com grande concentração de madeiras do estado da Paraná e subsequente geração de resíduos de madeira.

Outro objetivo que esperou-se obter com a realização da pesquisa era quantificar os resíduos de madeira gerados por estas indústrias do APL. O objetivo foi completado parcialmente devido ao baixo número de companhias que responderam o questionário, fornecendo uma amostra muito pequena para quantificar todos os resíduos de madeira gerados no APL.

No objetivo da destinação atual destes resíduos, a pequena amostra obtida nos questionários não permite resultados conclusivos, mas sim uma percepção da situação e conclusão parcial do objetivo. Antes da pesquisa esperou-se que a prática de Simbiose Industrial não fosse realizada no APL. No entanto as empresas que responderam o questionário demonstraram o contrário, já possuindo relações simbióticas e caracterizando os resíduos gerados como sub-produtos. Para critério de comparação, buscou-se na literatura informações de resíduos madeireiros no Paraná, que demonstrou que grande parte deles já possui alguma destinação, normalmente para indústria de papel e celulose (SERRANO, 2009). Estes dados vão de acordo e sustentam as repostas obtidas no questionário aplicado.

Os outros dois objetivos que eram: analisar a produção de *pellets* de madeira no estado do Paraná e verificar as vantagens da região para fabricação de *pellets*, foram alcançados. Constatou-se uma grande empresa de *pellets* de madeira na região do APL e o protagonismo do Paraná no cenário mundial. Destas produtoras nota-se a ociosidade mediante a capacidade instalada e a produção atual (2014). Um dos motivos para essa ociosidade é o pequeno mercado nacional. A região estudada se mostra com grande potencial para implementação de futuras produtoras de *pellets*, principalmente para o mercado de exportação, devido a espécie de árvore reflorestada na região, questões logísticas e de certificação de origem da madeira. É notável o crescimento no consumo do *pellets* em todo mundo e o produto desponta em relação a outros combustíveis para substituição do

carvão na geração de energia.

Apresentamos para trabalhos futuros e aprofundamento do estudo sobre o tema as seguintes sugestões:

- Consolidação dos dados desta pesquisa através de uma amostra maior;
- Verificar a prática outro tipo de Simbiose Industrial no APL de Rio Negro, por exemplo: cooperação em gestão e compartilhamento de utilitários e/ou serviços;
- Verificar a presença de Simbiose Industrial em outros APL do Paraná;
- Verificar práticas de Simbiose Industrial na região norte do país e apresentar a proposta de aproveitamento dos resíduos de madeira para produção de *pellets*;
- Estudo de viabilidade para implementação de uma empresa de *pellets* na região do APL de Rio Negro ou em outro APL madeireiro;
- Estudar a viabilidade do aumento da participação dos *pellets* na matriz energética brasileira;
- Identificar outras fontes de resíduos florestais, ainda sem destinação dentro da cadeia de produtos florestal.

## REFERÊNCIAS

- ABIPEL, Associação Brasileira das Indústrias de Pellets. **Associados**. 2014. Disponível em: <<http://www.biomassabr.com/bio/detalhes.asp?id=274&idatividade=4>>.
- AGARWAL, A.; STRACHAN, P. Is industrial symbiosis only a concept for developed countries. **The Journal for Waste & Resource Management Professionals, The Chartered Institution of Wastes Management**, v. 42, 2008.
- ALLENBY, B. R.; GRAEDEL, T. E. Industrial ecology. **Prentice Hall**, v. 16, p. 239, 1995.
- ALTENBURG, T.; MEYER-STAMER, J. How to promote clusters: policy experiences from latin america. **World development**, Elsevier, v. 27, n. 9, p. 1693–1713, 1999.
- AVIZ, P. G. d. **Análise de mercado de pellets de madeira no Brasil**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Paraná, 2016.
- BAIN, A.; SHENOY, M.; ASHTON, W.; CHERTOW, M. Industrial symbiosis and waste recovery in an indian industrial area. **Resources, Conservation and Recycling**, Elsevier, v. 54, n. 12, p. 1278–1287, 2010.
- BIASI, C. P.; ROCHA, M. P. da. Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais. **Floresta**, v. 37, n. 1, 2007.
- BITTENCOURT, L. P.; OLIVEIRA, G. B. d. A indústria madeireira paranaense nos anos recentes. **Revistas das Faculdades Santa Cruz**, v. 7, n. 01, p. 33–42, 2009.
- BONAZZI, C.; GEE, D.; ALLEN, P. **Metaphors for change: Partnerships, tools and civic action for sustainability**. [S.l.]: Greenleaf Publishing, 2001.
- CHERTOW, M. R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. **Annual review of energy and the environment**, Annual Reviews 4139 El Camino Way, PO Box 10139, Palo Alto, CA 94303-0139, USA, v. 25, n. 1, p. 313–337, 2000.
- CLIFT, R.; DRUCKMAN, A. **Taking Stock of Industrial Ecology**. [S.l.]: Springer, 2015.
- COMPANY, F. **Finland Could Be The First Country To Make Coal Power Illegal**. 2016. Disponível em: <<https://www.fastcompany.com/3066025/finland-could-be-the-first-country-to-make-coal-power-illegal>>.
- COSTA, M. M. Princípios de ecologia industrial aplicados à sustentabilidade ambiental e aos sistemas de produção de aço. **Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ**, 2002.
- COUTO, L.; MÜLLER, M. D.; JÚNIOR, A. S.; CONDE, L. J. Produção de pellets de madeira-o caso da bio-energy no espírito santo. **Biomassa & Energia, Viçosa**, v. 1, n. 1, p. 45–52, 2004.
- DESROCHERS, P. Cities and industrial symbiosis: Some historical perspectives and policy implications. **Journal of industrial ecology**, Wiley Online Library, v. 5, n. 4, p. 29–44, 2001.

DUARTE, A. **Biomass-to-liquids: uma contribuição ao estudo da obtenção de biocombustíveis sintéticos através da síntese Fischer-Tropsch**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2009.

ENERGÉTICA, E.-E. de P. **Balanco Energético Nacional—Relatório Síntese ano base 2015**. [S.l.]: Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 2016.

ERKMAN, S. Industrial ecology: an historical view. **Journal of cleaner production**, Elsevier, v. 5, n. 1-2, p. 1–10, 1997.

FAGUNDES, H. A. V. **Diagnóstico da produção de madeira serrada e geração de resíduos do processamento de madeira de florestas plantadas no Rio Grande do Sul**. 2003.

FIEP-PR, Federação das Indústrias do Paraná. **Diretriz: Fortalecimento dos Arranjos Produtivos Locais (APLs)**. 2016. Disponível em: <<http://www.fiepr.org.br/politica-industrial/fatoreschave/News31446content330410.shtml>>.

FRACCASCIA, L.; GIANNOCCARO, I.; ALBINO, V. Rethinking resilience in industrial symbiosis: Conceptualization and measurements. **Ecological Economics**, Elsevier, v. 137, p. 148–162, 2017.

FROSCHE, R. A.; GALLOPOULOS, N. E. Strategies for manufacturing. **Scientific American**, v. 261, n. 3, p. 144–152, 1989.

FUINI, L. L. Arranjos produtivos locais em espaços urbanos: O caso da indústria de calçados femininos de jaú/sp—uma cidade de porte médio. **Geografia e Pesquisa**, v. 8, n. 1, 2014.

GONÇALVES, J. E.; SARTORI, M. M.; LEÃO, A. L. Energia de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de eucalyptus grandis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 657–661, 2009.

GOVERNO-PARANÁ, Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral. **Mapa Arranjo Produtivo Local do Paraná**. 2013. Disponível em: <[www.planejamento.pr.gov.br](http://www.planejamento.pr.gov.br)>.

GUO, F.; ZHONG, Z. Experimental studies on combustion of composite biomass pellets in fluidized bed. **Science of The Total Environment**, Elsevier, v. 599, p. 926–933, 2017.

IBÁ, Indústria Brasileira de Árvores. **Anuário Estatístico da IBÁ 2015 - Ano Base 2014**. [S.l.]: Pöyry Consultoria em Gestão e negócios ltda, 2015.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caracterização estrutural do APL de madeira e móveis de Rio Negro**. 2006.

KASTNER, C. A.; LAU, R.; KRAFT, M. Quantitative tools for cultivating symbiosis in industrial parks; a literature review. **Applied Energy**, Elsevier, v. 155, p. 599–612, 2015.

LOPER, A. A.; WOYCIKIEWICZ, A. P. F. Estudo da viabilidade para a implantação de uma unidade produtora de pellets no paraná. 2014.

MACEDO, M. A.; RAMOS, M. d. C. P. Educação ambiental e resíduos sólidos urbanos: Caminho para um futuro sustentável. **EduSer-Revista de educação**, v. 7, n. 2, 2016.

MADADIAN, E.; LEFSRUD, M.; LEE, C. P.; ROY, Y.; ORSAT, V. Gasification of pelletized woody biomass using a downdraft reactor and impact of material bridging. **Journal of Energy Engineering**, American Society of Civil Engineers, v. 142, n. 4, p. 04016001, 2016.

MARSHALL, A. Principles of economics (8th Aufl.).(complete and unabridged). **London: Create Space Independent Publishing Platform**, 1920.

MASCENA, K. d.; FIGUEIREDO, F. C.; BOAVENTURA, J. M. G. Clusters, sistemas e arranjos produtivos locais: análise das publicações nacionais no período de 2000 a 2011. **XV Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, 2012.

MOTTA, J. P. S. P. da. **Simbiose Industrial: um estudo de caso para uma indústria de cosméticos no município do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

NUNES, L.; MATIAS, J.; CATALÃO, J. Wood pellets as a sustainable energy alternative in portugal. **Renewable Energy**, Elsevier, v. 85, p. 1011–1016, 2016.

OBAPL. **APLS, o que são - Grupo de Trabalho Permanente para Arranjos Produtivos Locais**. 2011. Disponível em: <<http://portalapl.ibict.br/index.html>>.

OLIVEIRA, C. M. Wood pellets brasil. **Desenvolvimento pelo Departamento Técnico da Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável, com o apoio consultivo da Brasil Biomassa e Energia Renovável, e da European Energy SRL**, 2012.

PAIXÃO, J. F. d. Diagnóstico dos resíduos sólidos industriais. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur), 2012.

PELLETFIRE. **Pelletfire**. 2017. Disponível em: <<http://www.pelletfire.pt>>.

PEREIRA, A. S.; LIMA, J. C.; RUTKOWSKI, E. W. Ecologia industrial, produção e ambiente: uma discussão sobre as abordagens de inter-conectividade produtiva. In: **Anais 1st International Workshop Advances in Cleaner Production**. [S.l.: s.n.], 2007. v. 1.

PINTO-COELHO, M. **Fundamentos em ecologia**. [S.l.: s.n.], 2002.

PORTER, M. E. **Clusters and the new economics of competition**. [S.l.]: Harvard Business Review Boston, 1998. v. 76.

PROSKURINA, S.; RIMPPI, H.; HEINIMÖ, J.; HANSSON, J.; ORLOV, A.; RAGHU, K.; VAKKILAINEN, E. Logistical, economic, environmental and regulatory conditions for future wood pellet transportation by sea to europe: The case of northwest russian seaports. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Elsevier, v. 56, p. 38–50, 2016.

ROCHA, R. U. G. d. Fluxo da informação no sistema de rastreabilidade em uma empresa do segmento eletrônico. 2012.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Arranjo Produtivo Local - Série Empreendimentos**. 2014.

SERRANO, D. M. **Avaliação do Potencial de Produção e Exportação de Pellets Combustível no Polo Florestal da Região Sul do Brasil**. 2009. 90f. Tese (Doutorado) — Dissertação.(Programa de Pós-Graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos)-Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

TANIMOTO, A. H. Proposta de simbiose industrial para minimizar os resíduos sólidos no pólo petroquímico de camaçari. **Salvador: Universidade Federal da Bahia**, 2004.

TAVARES, M.; ROBERTO, S. Perspectivas para a participação do brasil no mercado internacional de pellets. **HOLOS**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, v. 5, p. 292–306, 2015.

THOMAZ, J. C.; BRITO, E. P. Z.; MARCONDES, R. C.; FERREIRA, F. C. M. Benefícios da aglomeração de firmas: evidências do arranjo produtivo de semijoias de limeira. **Revista de Administração**, Elsevier, v. 46, n. 2, p. 191–206, 2011.

TREVISAN, M.; NASCIMENTO, L. F.; MADRUGA, L. R. d. R. G.; NEUTZLING, D. M.; FIGUEIRÓ, P. S.; BOSSLE, M. B. Ecologia industrial, simbiose industrial e eco-parque industrial: conhecer para aplicar. **Sistemas & Gestão**, v. 11, n. 2, p. 204–15, 2016.

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**, Elsevier, v. 133, p. 99–116, 2016.

VECCHIA, R. V. R. D. Arranjos produtivos locais como estratégia de desenvolvimento regional e local. **Revista Capital Científico-Eletrônica (RCC)-ISSN 2177-4153**, v. 4, n. 1, p. 31–50, 2010.

VERGUTS, V.; DESSEIN, J.; DEWULF, A.; LAUWERS, L.; WERKMAN, R.; TERMEER, C. J. Industrial symbiosis as sustainable development strategy: adding a change perspective. **International Journal of Sustainable Development**, Inderscience Publishers (IEL), v. 19, n. 1, p. 15–35, 2016.

ZAMBRANA, A. de A.; TEIXEIRA, R. M. Governança e cooperação em arranjos produtivos locais: um estudo de múltiplos casos em sergipe. **REGE-Revista de Gestão**, Elsevier, v. 20, n. 1, p. 21–41, 2013.

ZHANG, C.; ROMAGNOLI, A.; ZHOU, L.; KRAFT, M. Knowledge management of eco-industrial park for efficient energy utilization through ontology-based approach. **Applied Energy**, Elsevier, 2017.

# APÊNDICE A – CARTA DE APRESENTAÇÃO



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS CURITIBA  
DEPARTAMENTO DE MECÂNICA

Senhor(a)

Apresento os alunos Eduardo da Silva Onofre e Vitor Forlin Robert, regularmente matriculados no **Trabalho de Conclusão de Curso** (disciplina ME60J) do curso de Engenharia Mecânica, reconhecido pela Portaria No 223/98 do MEC e de reconhecimento renovado pela Portaria No 755/07 do MEC - ajuste aprovado pela Resolução No 138/08 do COEPP e promovido pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Informo que os alunos desejam realizar uma pesquisa com empresas do arranjo produtivo local madeireiro de Rio Negro-PR acerca do tema “**Potencial Regional Para Implementação de Práticas De Simbiose Industrial: Uma Análise do Arranjo Produtivo Local Madeireiro De Rio Negro – PR**”. As pesquisas correspondem ao levantamento de dados para o desenvolvimento do trabalho de dissertação do referido curso.

Esperando contar com seu apoio, agradeço a acolhida dispensada ao aluno.

Atenciosamente

Prof. MEng. Rodrigo Ulisses Garbin da Rocha

DAMEC, UTFPR

Orientador

Curitiba/PR, 24 de Julho de 2017



# APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO

## Destinação de Resíduos no APL de Rio Negro - PR

Formulário destinado ao projeto de pesquisa de alunos de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR de Curitiba. Principal objetivo é levantar a atual destinação dos resíduos da indústria madeireira no APL. Sua participação é de extrema importância para a pesquisa e será muito apreciada e reconhecida.

**1. Qual é o ramo de atividade da sua empresa?**

*Mark only one oval.*

- Moveleira  
 Serralheria  
 Other: \_\_\_\_\_

**2. Qual a quantidade de colaboradores da empresa ?**

*Mark only one oval.*

- até 19  
 Até 99  
 Até 499  
 Acima 500

**3. Qual o ano de fundação da sua empresa?**

\_\_\_\_\_

**4. Quais as matérias-primas de madeira que a empresa utiliza ? Listar se for mais de uma. Ex: tábua de pinus, tora de eucalipto...**

*Check all that apply.*

	Pinus	Eucalipto	Madeira tropical	Outros
Tora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tábua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Serragem / maravalhas / retalhos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MDF / MDP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**5. Qual o volume de matérias-primas de madeira que a empresa consome por mês? (em m³)**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. Qual o percentual de aproveitamento da matéria-prima ? Ex: De uma tora de eucalipto 40% é transformado em tábua...

---

7. Quais os tipos de resíduos de madeira que a empresa gera ? Ex: retalhos, serragem, cavacos...

---

---

---

---

---

8. Dos resíduos listados anteriormente, qual a quantidade (kg) que sua empresa gera por mês ?

---

---

---

---

---

9. Qual a atual destinação desses resíduos ? Ex: deposição em aterros, queima, reciclagem, venda, doação... (em caso de venda ou doação especificar qual o uso dos resíduos)

---

10. Sua empresa realiza troca, compra e/ou venda de resíduos com outras empresas ?

*Mark only one oval.*

Sim

Não

11. Se sim, quais os tipos e quantidade (kg) de resíduos que sua empresa troca, compra e/ou vende ? Ex: Compra 10 kg de serragem por mês.

---

---

---

---

---

12. **A empresa já obteve ou obtém rentabilidade com a prática de troca, compra e/ou venda de resíduos ?**

*Mark only one oval.*

Sim

Não

13. **Pellets**

*Check all that apply.*

	Sim	Não
Você já ouviu falar de pellets?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Há alguma empresa de pellets na região?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sua empresa tem alguma relação com uma empresa de pellets?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14. **Se você deseja receber os resultados dessa pesquisa, deixe seu e-mail de contato abaixo**

---

---

Powered by

 Google Forms