

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

EDUARDO WESTPHAL DA CUNHA  
GUILHERME DERING BARDDAL

**ESTADO ATUAL DA INDÚSTRIA DE PELLETS DO BRASIL: UMA  
ABORDAGEM EXPLORATÓRIA COM ÊNFASE NAS ESTRATÉGIAS  
DE OPERAÇÕES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2018

EDUARDO WESTPHAL DA CUNHA

GUILHERME DERING BARDDAL

**ESTADO ATUAL DA INDÚSTRIA DE PELLETS DO BRASIL: UMA  
ABORDAGEM EXPLORATÓRIA COM ÊNFASE NAS ESTRATÉGIAS  
DE OPERAÇÕES**

Monografia do Projeto de Pesquisa apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso - TCC2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para aprovação na disciplina.

Orientadora: Profa. Dra. Cleina Yayoe Okoshi

CURITIBA

2018

## TERMO DE APROVAÇÃO

Por meio deste termo, aprovamos a monografia do Projeto de Pesquisa "ESTADO ATUAL DA INDÚSTRIA DE PELLETS DO BRASIL: UMA ABORDAGEM EXPLORATÓRIA COM ÊNFASE NAS ESTRATÉGIAS DE OPERAÇÕES", realizado pelos alunos EDUARDO WESTPHAL DA CUNHA e GUILHERME DERING BARDDAL, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso - TCC2, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Profa. Dra. Cleina Yayoe Okoshi

Damec, UTFPR

Orientadora

Prof. Dr. Paulo Antônio Reaes

Damec, UTFPR

Avaliador

Prof. Osvaldo Verussa Júnior

Damec, UTFPR

Avaliador

Curitiba, 4 de julho de 2018.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus, autor da criação e das ciências, de quem provém toda sabedoria e conhecimento, por ter me dado forças e perseverança e por ter me sustentado até aqui, não por mérito próprio, mas apenas pela Sua infinita misericórdia. À minha família, meus pais Aron e Darclê, e meu irmão Rafael, por sempre terem me apoiado e auxiliado nos tempos difíceis e por terem compartilhado meus momentos de alegria e felicidade.

Aos meus amigos e à minha namorada Vitória, por caminharem todos esses anos comigo e por estarem ao meu lado nos momentos que mais precisava.

À professora Cleina, pela sua dedicação em nos orientar nesta pesquisa, resultando em um ótimo trabalho.

A esta instituição de ensino, por me proporcionar uma reconhecida formação técnica e profissional.

- Eduardo Westphal da Cunha

## RESUMO

WESTPHAL DA CUNHA, Eduardo; BARDDAL, Guilherme D. ESTADO ATUAL DA INDÚSTRIA DE PELLETS DO BRASIL: UMA ABORDAGEM EXPLORATÓRIA COM ÊNFASE NAS ESTRATÉGIAS DE OPERAÇÕES. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso 2 – Departamento Acadêmico de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

A proporção que os temas relacionados à 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 que as necessidades humanas de consumo causam no meio ambiente. O pellet de madeira vem como uma solução para as reduções de emissões de poluentes. É composto de resíduos de madeira seca e prensada, o que faz com que tenha um alto poder calorífico e densidade energética. Deixa poucos resíduos quando queimado e emite pouco CO<sub>2</sub> na atmosfera. Ele vem se tornando cada vez mais relevante na matriz energética dos países europeus, bem como nos Estados Unidos, Canadá e alguns países asiáticos. Isto pode ser comprovado pela demanda crescente de pellets nestes países. Outros países se comprometeram em diminuir a emissão de poluentes quando assinaram o Acordo de Paris na COP-21. Dentre eles está também o Brasil. Apesar da constante luta pela busca de fontes energéticas limpas e renováveis e da demanda crescente de pellets no mundo, a indústria brasileira de pellets não tem conseguido um bom desenvolvimento e vem tendo uma grande ociosidade produtiva. O trabalho em questão identificou o estado atual destas indústrias, tendo como base as estratégias de operações em manufatura. Foram utilizados os parâmetros de qualidade, custo, capacidade produtiva e localização para realizar a análise. Uma correlação entre esses parâmetros também foi utilizada, confirmando, com um método numérico estatístico, as prévias relações empiricamente estabelecidas. Deste modo um panorama geral do estado atual deste ramo industrial brasileiro foi inferido.

**Palavras-chave:** pellet, biomassa, Brasil, estratégia, operações.

## ABSTRACT

WESTPHAL DA CUNHA, Eduardo; BARDDAL, Guilherme D. ESTADO ATUAL DA INDÚSTRIA DE PELLETS DO BRASIL: UMA ABORDAGEM EXPLORATÓRIA COM ÊNFASE NAS ESTRATÉGIAS DE OPERAÇÕES. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso 2 – Departamento Acadêmico de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

The proportion that sustainability and environmental themes have been taking in recent years led researchers and entrepreneurs to take their time to reduce environmental impacts. It seeks to find solutions and alternatives to minimize the effects that the human needs of consumption cause in the environment. The wood pellet comes as a solution for emission reductions. It consists of dry and pressed wood waste, which causes it to have a high calorific value and energy density. It leaves few residues when burned and emits little CO<sub>2</sub> in the atmosphere. It has become increasingly relevant in the energy matrix of European countries, as well as in the United States, Canada and some Asian countries. This can be proven by the growing demand for pellets in these countries. Other nations have pledged to reduce pollutants when they signed the Paris Agreement at COP-21. Among them is also Brazil. Despite the constant struggle on the search for clean and renewable energy sources and the growing demand for pellets in the world, the Brazilian pellet industry has not achieved a good development and has been productive idleness. This work identified the current state of these industries, based on manufacturing operations strategies. The parameters of quality, cost, production capacity and location were used to carry out the analysis. A correlation between these parameters was also analyzed, confirming, with a numerical statistical method, the previous empirically established relationships. In this way an overview of the current state of this Brazilian industrial branch was inferred.

**Keywords:** Pellet. Biomass. Brazil. Strategy. Operations.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Gráfico: panorama global: a) produção mundial de pellets e b) demanda mundial de pellets, em Mt/ano. ....	14
Figura 2 - Gráfico: distribuição regional de produção de pellets no Brasil.....	16
Figura 3 - Gráfico: ociosidade produtiva mundial de pellets, em percentual. ....	17
Figura 4 - Esquema mostrando as principais fontes de Biomassa.....	22
Figura 5 – Gráfico: comparação de modais de transporte entre os EUA e o Brasil. .	33
Figura 6 - Gráfico: Capacidade Instalada das indústrias entrevistadas.....	46
Figura 7 - Gráfico: Produção média anual das indústrias participantes da pesquisa	46
Figura 8 - Gráfico: Distância entre as empresas questionadas e seus clientes. ....	48
Figura 9 – Gráfico: Proporção de indústrias de pellets que possuem testes de matéria-prima e de produto acabado. ....	48
Figura 10 - Gráfico: Normas da qualidade utilizada pelas indústrias produtoras de pellets.....	49
Figura 11 – Gráfico: Aumento do custo operacional em relação ao custo de uma rodovia com ótima pavimentação.....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ociosidade produtiva mundial de pellets.....	16
Tabela 2 - Quantidade de resíduos gerados no Brasil. ....	19
Tabela 3 - Comparação de custos entre diferentes combustíveis.....	25
Tabela 4 - Classificação de intensidade de correlação. ....	35
Tabela 5 - Relação de respostas das indústrias de pellets em representação numérica para serem tratadas estatisticamente. ....	52
Tabela 6 - Análise de Correlação de Pearson com as respostas das indústrias de pellets.....	52
Tabela 7 - Valor absoluto mínimo para o coeficiente de correlação r de Pearson ser significativo.....	66



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quadro comparativo entre normas europeias para as características físico-químicas dos pellets.....	23
Quadro 2 - Definições de capacidade produtiva de diferentes autores. ....	30
Quadro 3 - Elaboração do questionário.....	42
Quadro 4 - Relação de respostas das indústrias para as perguntas do questionário. .....	45
Quadro 5 - Relação de indústrias de pellets do Brasil.....	62
Quadro 6 - Relação de indústrias contatadas. ....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABIB	Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável
ABRAF	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
CNT	Confederação Nacional dos Transportes
COP	Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática – <i>Conference of the Parties</i>
EUROSTAT	Serviço de Estatística das Comunidades Europeias – <i>Statistical Office of the European Communities</i>
IBP	Instituto Brasileiro das Indústrias de Pellets, Biomassa e Briquete
IEA	Agência Internacional de Energia – <i>International Energy Agency</i>
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudança Climática – <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ISO	Organização Internacional de Normatização – <i>International Organization for Standardization</i>
WBA	Associação Mundial de Bioenergia – <i>World Bioenergy Association</i>
Mt	mega toneladas – $10^6$ toneladas
MW	megawatts – $10^6$ watts
kt	quilo toneladas – $10^3$ toneladas
kWh/kg	quilo watt-hora por quilograma

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	Contexto do Tema	13
1.2	Caracterização do Problema	16
1.3	Objetivos	18
1.3.1	Objetivo geral	18
1.3.2	Objetivos específicos	18
1.4	Justificativa	18
1.5	Conteúdo ou Etapas do Trabalho	19
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>21</b>
2.1	Biomassa	21
2.2	Pellets	22
2.2.1	Normas de regulamentação para indústrias de pellets	23
2.2.2	Vantagens de se utilizar pellets de madeira	24
2.3	Indicadores de Desempenho	25
2.4	Estratégia de Operações em Manufatura	26
2.5	Dimensões de Desempenho	27
2.5.1	Qualidade	27
2.5.2	Custo	29
2.6	Áreas de Decisão	29
2.6.1	Capacidade produtiva	30
2.6.2	Localização	31
2.7	Estatística	34
2.7.1	Correlação	35
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>37</b>
3.1	Metodologia Descritiva	37
3.2	Processo Metodológico	38
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>40</b>
4.1	Empresas Produtoras de Pellets do Brasil	40
4.2	Dimensões de Desempenho das Indústrias de Pellets do Brasil	40
4.3	Áreas de Decisão Estrutural das Indústrias de Pellets do Brasil	41
4.4	Elaboração do Questionário	42
4.5	Correlação Estatística de Pearson Aplicada à Análise dos Dados Obtidos	43
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>45</b>
5.1	Resultados Qualitativos Obtidos através do Questionário	45
5.2	Resultados Quantitativos Obtidos através do Questionário	51
5.3	Observações e Considerações sobre a Pesquisa	54
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>57</b>
	<b>APÊNDICE A – INDÚSTRIAS DE PELLETS DO BRASIL</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICE B – EMPRESAS PROCURADAS PARA ENVIO DO QUESTIONÁRIO</b>	<b>64</b>
	<b>APÊNDICE C – TABELA DE NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA</b>	<b>66</b>
	<b>ANEXO A – QUESTIONÁRIO ENVIADO ÀS INDÚSTRIAS DE PELLETS</b>	<b>67</b>
	<b>ANEXO B – E-MAIL ENVIADO COM O QUESTIONÁRIO DA PESQUISA</b>	<b>69</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, uma grande preocupação dos países, pesquisadores e conglomerados empresariais é a sustentabilidade e a busca pela eficiência energética. Além disso, a demanda de energia vem aumentando a fim de atender as necessidades cada vez maiores dos seres humanos.

Uma forma de buscar a eficiência energética é identificando, modificando e implementando estratégias de operações que atendam as modificações ambientais, energéticas e sustentáveis nos sistemas produtivos, em termos de qualidade, custo e produtividade. A estratégia de operações visa o desenvolvimento dos diferenciais competitivos de uma empresa em função das operações e vincula esses diferenciais com as metas de longo prazo de uma organização (AMOAKO-GYAMPAH; BOYE, 2001).

Para alcançar as metas esperadas, são utilizados os indicadores de desempenho, pois identificam quais dimensões de desempenho (qualidade e custo) e áreas de decisão (capacidade produtiva e localização) são necessárias, a situação atual e possíveis melhorias de cada indicador.

A necessidade de fontes energéticas sustentáveis, faz com que diversas pesquisas sejam realizadas atualmente com esse foco.

Apesar de todas as pesquisas e da necessidade de uma matriz energética limpa, aproximadamente 13% de toda a energia consumida no mundo é proveniente de fontes renováveis, conforme o relatório IPCC (2011) (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), realizada em 2015, mostrando que o cenário energético mundial ainda é dependente do uso de combustíveis não-renováveis, como o petróleo e o carvão mineral.

Diante dos fatos expostos, vários acordos estão sendo firmados para mitigar os efeitos da emissão de gases causadores do efeito estufa. O mais recente deles é a COP-21 (*Conference of the Parties*), conhecido também como Acordo de Paris, que visa a restrição do aumento da temperatura média global abaixo dos 2°C. O Acordo de Paris cria um sistema que possibilitará investimentos de países desenvolvidos nos subdesenvolvidos, criando uma economia mais sustentável para todos. Esse acordo,

selado por quase 200 países, não é uma regra imposta sobre como os países devem agir para conter o aquecimento global, mas é um direcionamento com uma meta estipulada onde cada país vai decidir como contribuirá em seu território (DOYLE; LEWIS, 2015). Para que esse objetivo seja atendido, as energias renováveis terão papel fundamental na matriz energética do futuro, uma vez que elas têm um impacto muito menor no meio ambiente (IPCC, 2011). Conforme Oliveira (2016), é esperado que as energias renováveis sejam até 80% de toda a energia produzida no mundo em 2050.

Dentro desse cenário favorável para o desenvolvimento de fontes renováveis de energia, a biomassa surge como uma das grandes alternativas para suprir a demanda energética mundial. Oliveira (2016) mostra que a biomassa pode suprir metade de toda a demanda energética global até 2050, com a vantagem de ser facilmente adaptada aos modelos industriais atuais. Dentro desse contexto, os pellets de madeira têm crescido como a alternativa mais viável para o aproveitamento da biomassa. Como prova disso, a produção mundial de pellets cresceu de 2 Mt (mega toneladas -  $10^6$  toneladas) no começo do século XXI para um pouco mais de 26 Mt em 2015, e espera-se que continue crescendo e alcance a marca das 45 Mt em 2020 (OLIVEIRA, 2016).

O Brasil, apesar de seu enorme potencial de biomassa para aproveitamento energético, não é um grande produtor de pellets de madeira no mundo. O presente trabalho busca compreender melhor a produção de pellets do país, destacando o contexto de estratégia de operações, bem como suas dificuldades e seus potenciais para o futuro.

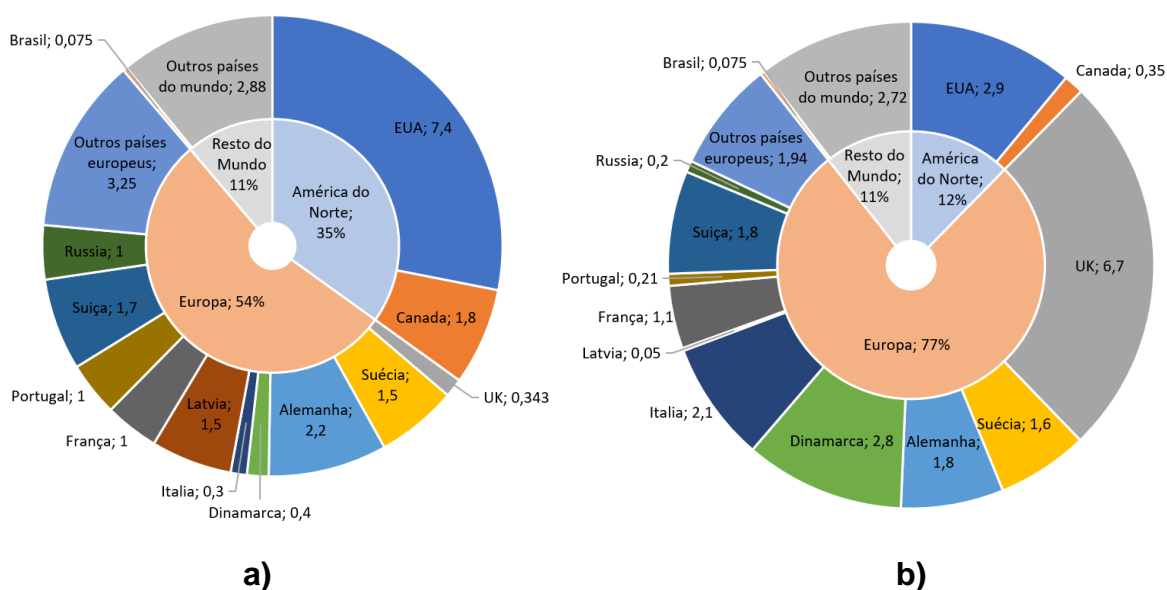
## **1.1 Contexto do Tema**

A produção de pellets teve início na década de 1970, nos EUA, quando ocorreu a crise do petróleo, e pellets de madeira foram usados no lugar de combustíveis sólidos. Desde 1990 a produção de pellets se tornou comercialmente viável, devido a política sustentável de alguns países (Europa, EUA, Canadá, Japão, Coreia do Sul), optando pelo uso de energias renováveis (OLIVEIRA, 2016). A produção de pellets vem crescendo continuamente e, desde 2011, o mercado global tem crescido

intensamente, com uma taxa média anual de 14% (THRÄN; PEETZ; SCHAUBACH, 2017).

Em 2015 ocorreu a COP-21, onde foi assinado o Acordo de Paris, um acordo cujo objetivo principal é a redução de emissões de dióxido de carbono até 2020. A redução de 50% do uso de combustíveis fósseis até 2030 e o completo desuso dos mesmos até 2045 são outros compromissos firmados na COP-21 (WBA, 2016). As fontes de energia renováveis terão, portanto, um grande investimento, tendo um desenvolvimento intenso. Assim a biomassa e, conseqüentemente, a indústria de pellets terão importância fundamental para alcançar este alvo almejado pelo Acordo de Paris (CARVALHO, 2017). É esperado, portanto, que a indústria de pellets mantenha seu crescimento durante os próximos anos.

Atualmente, a produção e demanda mundial de pellets é cerca de 26,35 Mt por ano, tendo os EUA e a Europa como seus principais produtores e consumidores, como pode ser visto na Figura 1.



**Figura 1 – Gráfico: panorama global: a) produção mundial de pellets e b) demanda mundial de pellets, em Mt/ano.**

**Fonte: adaptado de Thrän, Peetz e Schaubach (2017).**

O continente europeu é o maior produtor e consumidor de pellets, seguido da América do Norte. O país com maior demanda é o Reino Unido, tendo a termelétrica

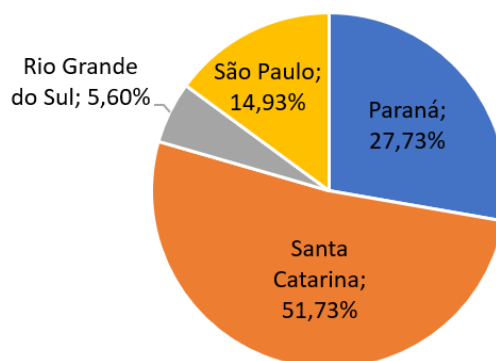
Drax Power Station como a maior consumidora. Ela está localizada na cidade de Selby, Yorkshire. É conhecida como a maior, a mais limpa e a mais eficiente termelétrica do Reino Unido, gerando 4.000 MW (mega watts –  $10^6$  watts) e fornecendo cerca de 7% das suas necessidades energéticas (POWER TECHNOLOGY, 2015). Em 2008 deu-se início aos investimentos para a redução de emissões de CO<sub>2</sub> nesta usina e hoje consome cerca de 6,7 Mt de pellets para a produção de energia. Essa taxa de consumo é muito acima da sua produção anual, o que leva o Reino Unido a ter uma taxa de 75% da importação total da Europa (EUROSTAT, 2017). Os EUA, Dinamarca e Itália são outros países com grande demanda (THRÄN; PEETZ; SCHAUBACH, 2017).

Por serem os maiores produtores e consumidores e pela influência da COP-21, os países europeus definem os padrões de produção de pellets criando normas e certificados, como a ISO 17225-2, a ENplus e a DIN 51735, influenciando outros países com produção não tão relevante, como o Brasil.

O Brasil é um país cuja economia é, principalmente, sustentada pelo setor agropecuário. Todo ano, cerca de 330 Mt de resíduos de biomassa são gerados no país, e não são usados para geração de energia, devido às suas características, como baixa densidade, baixo poder calorífico e alto teor de umidade. Essas características negativas fazem com que os custos de transporte sejam elevados, sua estocagem e manejo se tornam complicados e sua densidade energética seja pequena.

Por sua vez, estas consequências fazem com que a viabilidade de uso de resíduos agroflorestais seja limitada à distância e à logística de coleta, impactando no preço de transporte. Apesar destas desvantagens citadas, o Brasil tem grande potencial em produção de pellets, devido à grande quantidade disponível de resíduos florestais.

O país também é visto, futuramente, como um possível importante produtor neste segmento da produção de biomassa florestal (GARCIA *et al.*, 2016). Atualmente, tem uma produção total de 75.000 toneladas (ESCOBAR, 2016). A produção brasileira de pellets se concentra nas regiões sudeste e sul do país. A região sul concentra mais de 80% da produção do país e o estado de São Paulo concentra aproximadamente 15%, enquanto que as outras regiões têm uma representatividade insignificante, como mostra a Figura 2.



**Figura 2 - Gráfico: distribuição regional de produção de pellets no Brasil.**  
**Fonte: adaptado de Escobar (2016).**

Os pellets são utilizados, principalmente, no ramo industrial e residencial (HAWKINS WRIGHT, 2017). Na indústria, é usada para geração de energia elétrica, em termelétricas. Já nas residências, é utilizado para o aquecimento em calefações. No ano de 2016, 13,4 Mt de pellets foram utilizados no ramo industrial e 15,3 Mt para o aquecimento, numa escala global (HAWKINS WRIGHT, 2017).

## 1.2 Caracterização do Problema

Como visto anteriormente, há uma grande demanda de pellets a nível global e esta demanda vem mantendo uma alta taxa de crescimento anual. Mesmo assim, há uma grande ociosidade produtiva, não somente no Brasil, mas em todo o mundo.

A Tabela 1 expõe a capacidade produtiva mundial de 41.200 kt/ano (quilo toneladas por ano), mas a produção é apenas 26.348 kt/ano, tendo, então, uma ociosidade produtiva de 14.852 kt/ano. Também destaca que o mesmo ocorre com cada país individualmente: todos eles têm uma produção menor do que sua capacidade produtiva.

**Tabela 1 - Ociosidade produtiva mundial de pellets.**

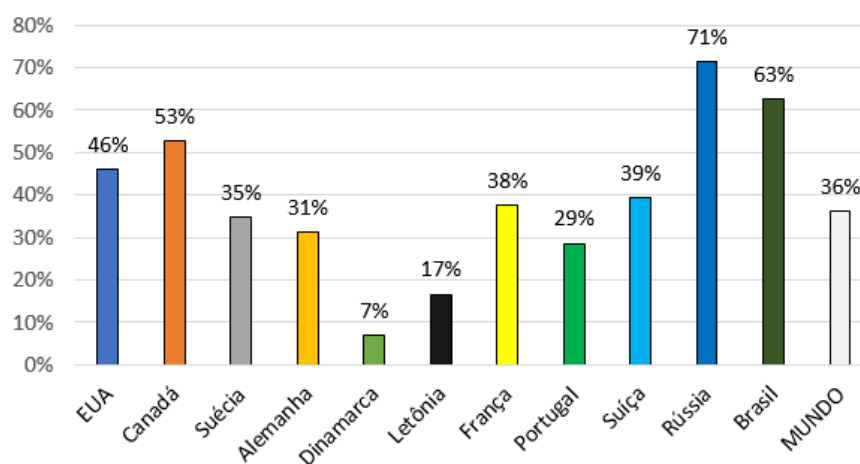
País	Capacidade produtiva (kt/ano)	Produção (kt/ano)	Ociosidade produtiva (kt/ano)
------	-------------------------------	-------------------	-------------------------------



EUA	13.700	7.400	6.300
Canadá	3.800	1.800	2.000
Suécia	2.300	1.500	800
Alemanha	3.200	2.200	1.000
Dinamarca	430	400	30
Letônia	1.800	1.500	300
França	1.600	1.000	600
Portugal	1.400	1.000	400
Suíça	2.800	1.700	1.100
Rússia	3.500	1.000	2.500
Brasil	200,75	75	125,75
MUNDO	41.200	26.348	14.852

**Fonte: adaptado de Thrän, Peetz e Schaubach (2017).**

Pode-se então perceber a grande quantidade de ociosidade produtiva nesses países listados. A Figura 3 a seguir expõe a ociosidade produtiva percentual referente aos dados da tabela anterior. É importante destacar que o Brasil possui 63% de ociosidade, atrás apenas da Rússia com 71%. Também é importante notar a ociosidade produtiva mundial de 36%.



**Figura 3 - Gráfico: ociosidade produtiva mundial de pellets, em percentual.**

**Fonte: adaptado de Thrän, Peetz e Schaubach (2017).**

O Brasil é o maior produtor de eucaliptos do mundo, o que contribuiu para a formação de várias empresas e indústrias de madeira (THRÄN; PEETZ; SCHAUBACH, 2017). As espécies de pinus e eucaliptos abastecem 91% de toda madeira produzida para fins industriais no país (ESCOBAR, 2016). A área brasileira de plantio de eucalipto e pinus é de 6,66 milhões de hectares, sendo 76,6% de

eucalipto e 23,4% de pinus (ABRAF, 2013). Mesmo o Brasil sendo o maior produtor de eucalipto, tendo esta vasta área de plantio florestal e com grande quantidade de resíduos florestais (como exposto anteriormente), ainda tem 63% de ociosidade na produção de pellets. Isto se reflete, por exemplo, no estado do Paraná: é o terceiro maior produtor de pinus e eucalipto do Brasil e é o maior produtor nacional de resíduos florestais (JUNGINGER *et al.*, 2015). Mesmo assim, também há uma ociosidade produtiva de pellets relativamente alta.

### **1.3 Objetivos**

Para cumprir o propósito deste trabalho, faz-se necessário definir algumas metas. Estas metas foram separadas em objetivo geral e em objetivos específicos, que serão descritos e listados a seguir.

#### **1.3.1 Objetivo geral**

Identificar a condição atual das empresas produtoras de pellets do Brasil em relação às estratégias de operação.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Identificar as empresas produtoras de pellets do Brasil.
2. Definir as dimensões de desempenho e as áreas de decisão estrutural a serem analisadas nas empresas produtoras de pellets.
3. Coletar informações das indústrias de pellets do Brasil a respeito de algumas das estratégias de operações através de um questionário.
4. Validar as análises empíricas com um método estatístico de correlação.

### **1.4 Justificativa**

A baixa produtividade em um ramo com o potencial de crescimento que o mercado de pellets possui leva a alguns questionamentos sobre o tema. Primeiramente, apesar da crescente demanda mundial de pellets, o Brasil não consegue produzir e se tornar um grande produtor. Conforme mostrado por Oliveira

(2016), a demanda mundial aumentou em mais de dez vezes desde os anos 2000, chegando a marca de 27,6 Mt no ano de 2015. Além disso, Oliveira (2016) afirma que a demanda pode triplicar até 2020, chegando na marca dos 80 Mt de pellets consumidos anualmente. É de se estranhar a produtividade baixa das indústrias brasileiras, visto que a demanda segue o caminho contrário e aumenta a cada ano.

Além disso, o Brasil tem uma grande disponibilidade de matéria-prima para a produção de pellets de biomassa. Apenas de resíduos gerados pelo processamento de madeira, o Brasil desperdiça aproximadamente 30 Mt (ESCOBAR, 2016) em forma de cavaco, serragem e restos de madeira. Essa quantidade é aproximadamente igual a quantidade de pellets consumidos no mundo inteiro em um ano, conforme Thrän, Peetz e Schaubach (2017). A Tabela 2 mostra uma estimativa das quantidades de resíduos geradas no Brasil.

**Tabela 2 - Quantidade de resíduos gerados no Brasil.**

<b>Setor</b>	<b>Resíduos de madeira kt/ano</b>	<b>%</b>
Indústria madeireira	27.750	90,7
Construção civil	923	3,0
Áreas urbanas	1.930	6,3

**Fonte: Escobar (2016).**

O cenário exposto na tabela mostra a oportunidade enorme que o Brasil tem na expansão da sua produção e melhora da sua produtividade. O presente trabalho visa aprofundar-se no cenário brasileiro de produção de pellets, buscando entender o contexto de pellets dentro da estratégia de operações, identificando suas dimensões de desempenho e áreas de decisão e suas relações.

## **1.5 Conteúdo ou Etapas do Trabalho**

O presente trabalho segue estruturado da seguinte forma:

- **Fundamentação teórica:** nesse capítulo são abordados os temas, conceitos e definições importantes e pertinentes ao tema principal do trabalho. Conceitos de biomassa, pellets, indicadores de desempenho, estratégia de operações em manufatura, dimensões de desempenho, áreas de decisão estrutural e estatística serão abordados.

- Procedimentos metodológicos: é descrito, neste capítulo, qual foi a metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa em questão com sua justificativa.
- Desenvolvimento: aqui é descrito como a pesquisa foi realizada, expondo as principais decisões tomadas durante o decorrer do trabalho.
- Resultados e discussões: neste capítulo é exposto os resultados obtidos da pesquisa realizada e algumas observações e discussões sobre os mesmos.
- Conclusões: são expostos, neste capítulo, as conclusões possíveis de serem formuladas conforme os resultados obtidos. Aqui também será exposto se os objetivos foram alcançados e sugestões de algumas possíveis pesquisas e trabalhos que podem ser realizados posteriormente, seguindo o tema desta pesquisa.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para um melhor entendimento do tema abordado neste trabalho, julga-se necessária uma fundamentação teórica sobre: os conceitos de biomassa, pellets, indicadores de desempenho, dimensões de desempenho, áreas de decisão estrutural e estatística. Desta maneira, os próximos tópicos esclarecem tais conceitos.

### 2.1 Biomassa

Biomassa pode ser definida como a fração residual biodegradável de origem biológica, podendo ser proveniente da agricultura, exploração florestal, resíduos urbanos e industriais (OLIVEIRA, 2016). Em outras palavras, do ponto de vista energético, biomassa é tudo aquilo de origem animal ou vegetal que pode ser utilizado na produção de energia (CORTEZ; LORA; GOMEZ, 2008). Essa definição engloba uma gama grande de produtos, dos quais podemos destacar os resíduos provenientes das atividades agrícolas e agroindustriais, como o bagaço de cana e a palha, resíduos da silvicultura e da indústria de transformação da madeira, como a serragem e o cavaco de madeira, além dos resíduos da indústria do papel e celulose (OLIVEIRA, 2016). Além desses, outro grande exemplo de biomassa é o etanol, produzido a partir da cana-de-açúcar e que é amplamente utilizado no Brasil como alternativa aos combustíveis fósseis (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

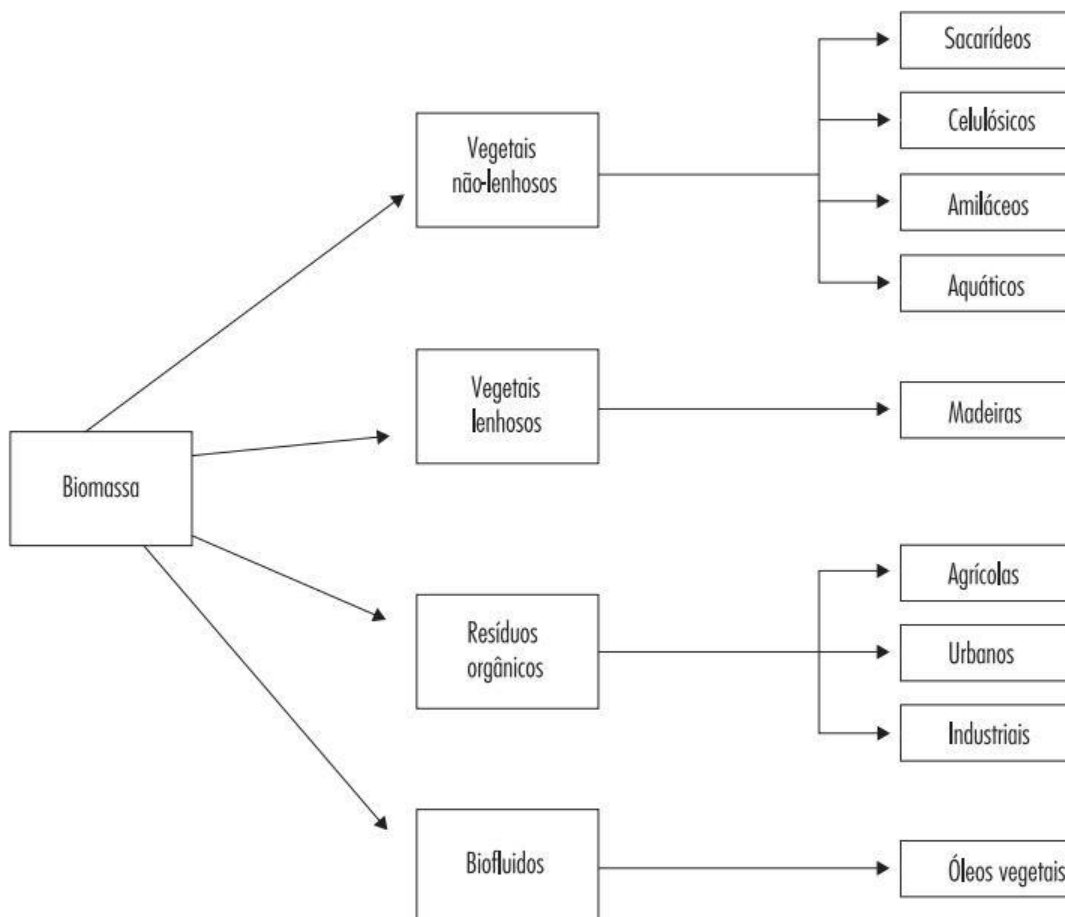
A biomassa pode ser obtida de diversas maneiras, originada de materiais lenhosos e não lenhosos, líquidos e sólidos, agrícolas e industriais. O esquema da Figura 4 mostra as mais variadas fontes de biomassa.

Dentro de todas essas classificações, encontra-se a biomassa de origem florestal. Esse tipo de resíduo é proveniente da silvicultura e pode ser dividido em cinco grandes grupos (OLIVEIRA, 2016):

- Cascas: parte externa da árvore e que, em geral, não é utilizada após o processamento e extração da madeira;
- Cavacos: resíduos resultantes da padronização das peças de madeira;
- Serragem: pequenos resíduos que resultam da passagem da lâmina na madeira.

A serragem é a fonte primária para a produção de briquetes e pellets;

- Costaneiras: resíduos obtidos no processamento primário das árvores;
- Maravalha: produto do aplainamento das peças de madeira.



**Figura 4 - Esquema mostrando as principais fontes de Biomassa.  
Fonte: Ministério de Minas e Energia (2004).**

Esses resíduos da indústria da madeira são a principal fonte de matéria-prima para a produção de pellets, objeto de assunto do presente trabalho.

## 2.2 Pellets

Pellets são feitos com resíduos de biomassa, previamente triturados e secos, que, em seguida, são prensados até formar pequenos cilindros de madeira com propriedades boas para a queima (ALAKANGAS; PAJU, 2002; OLIVEIRA, 2016). A matéria-prima para a produção de pellets é bem variada, podendo ser utilizado a

madeira de pinus (*Pinus*) ou eucalipto (*Eucalyptus*), bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), capim elefante (*Pennisetum sp*), acácia negra (*Acacia mearnsii*), entre outros (GARCIA *et al.*, 2016). Entretanto, apenas os pellets de madeira seguem a norma ISO 17225-6, que padroniza as características físico-químicas dos pellets, uma vez que os feitos com capim e bagaço de cana passam o teor máximo de cinzas estipulado por norma (GARCIA *et al.*, 2016).

Os pellets de madeira têm umidade inferior a 8%, produzem poucas cinzas quando queimado (por volta de 0,5% do seu peso vira cinzas) e tem um alto poder calorífico, se aproximando de 5,0 kWh/kg (ALAKANGAS; PAJU, 2002). Além disso, os pellets possuem uma grande densidade energética, podendo chegar a 5 vezes à do cavaco de madeira (QUÉNO, 2015). Todas essas características aliadas ao fato de ser um combustível com formato padronizado fazem com que os pellets sejam uma boa alternativa para sistemas automatizados de queima de combustível (GARCIA *et al.*, 2016).

### 2.2.1 Normas de regulamentação para indústrias de pellets

A produção de pellets é controlada e regida pelas normas dos países europeus, como a EN 14961-2010, a Norma Francesa para Combustíveis sólidos, além da DINplus, norma alemã que regulamenta os pellets neste país. Nessas normas, fatores de importância para esse tipo de biocombustível são controlados, tais como a quantidade de cinzas produzidas, umidade, diâmetro, comprimento (dos pellets) e densidade, entre outros. No Quadro 1 a seguir, encontra-se um comparativo entre as 3 normas e os principais pontos regulamentados por elas.

O Quadro 1 mostra ainda a divisão da EN 14961 em 3 categorias, a ENplus A1, A2 e B. As classes A1 e A2 são compostas pelos pellets de madeira que não passaram por tratamento químico, ou seja, madeira virgem. A classe B engloba os pellets produzidos por madeiras que passaram por tratamento químico.

**Quadro 1 - Quadro comparativo entre normas europeias para as características físico-químicas dos pellets.**

Datas dos textos	Unidades	Norma europeia EN 14961-2 agosto 2010	Norma francesa NF Biocombustíveis sólidos - 2012	Norma alemã DINplus Abril 2010
------------------	----------	---------------------------------------	--	--------------------------------

		EN Plus A1	EN Plus A2	EN Plus B	Madeira de qualidade de alto desempenho	Madeira de qualidade standard	
Diâmetro D e comprimento L	mm	D= 6±1 D= 8±1 3,15≤ L ≤ 40	D= 6±1 D= 8±1 3,15≤ L ≤ 40	D=6±1 D= 8±1 3,15≤ L ≤ 40	D= 6±1 3,15≤ L ≤ 40	D= 6±1 D= 8±1 3,15≤ L ≤ 40	D= 6±1 D= 8±1 3,15≤ L ≤ 40
Umidade, M	% do produto úmido	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%
Cinzas, A	% do produto seco	≤ 0,7%	≤ 1,5%	≤ 3,0%	≤ 0,7%	≤ 1,5%	≤ 0,7%
Durabilidade mecânica, DU	% da massa	≥ 97,5%	≥ 97,5%	≥ 97,5%	≥ 97,5%	≥ 97,5%	≥ 97,5%
Quantidade de finos (F)	% da massa	≤ 1%	≤ 1%	≤ 1%	≤ 1%	≤ 1%	≤ 1%
Aditivos, c	% do produto seco	<2%	<2%	<2%	<2%	<2%	<2%
Poder calorífico inferior, Q	Na recepção, MJ/kg	16,5 ≤ 19	16,3 ≤ Q ≤ 19	16,0 ≤ Q ≤ 19	≤ 16,5	≤ 16,5	16,5 ≤ Q ≤ 19
Densidade a granel, BD	Kg/m3	>600	>600	>600	>600	>600	>600
Nitrogênio, N	% produto seco	<0,3%	<0,5%	<1,0%	<0,3%	<0,5%	<0,3%
Enxofre, S	% produto seco	<0,03%	<0,03%	<0,04%	<0,03%	<0,03%	<0,03%
Cloro, Cl	% produto seco	<0,02%	<0,02%	<0,03%	<0,02%	<0,02%	<0,02%

Fonte: Quéno (2015).

A norma mais utilizada pelo Brasil é a ISO 17225, que especifica as quantidades de componentes químicos permitidos na produção de pellets. Além dessa, a norma ENplus também deve ser seguida se o foco da empresa for a exportação para a Europa.

## 2.2.2 Vantagens de se utilizar pellets de madeira

A utilização de pellets de madeira possui muitas vantagens econômicas e ambientais em comparação a outros tipos de combustíveis. A Tabela 3 a seguir mostra um comparativo entre a utilização de vários combustíveis para uma mesma potência energética requerida.



**Tabela 3 - Comparação de custos entre diferentes combustíveis.**

Demanda da energia de instalação: 1500 kW						
	Kcal	kW/h	Medida peso / volume	Consumo anual unidades	Preço unitário R\$	R\$ anual Preço total ener. Bruta
Gás oil (lit)	10.250	11,92	125,85	1.102.478	1,90	2.094.708
GLP (kg)	11.000	12,79	117,27	1.027.309	2,30	2.362.811
GNV (m <sup>3</sup> )	9.500	11,05	135,79	1.189.516	1,69	2.010.282
Óleo xisto (lit)	9.600	11,16	134,38	1.177.125	1,40	1.647.975
kW eletr.	860	1,00	1500,00	13.140.000	0,18	2.417.760
Pellet (kg)	4.700	5,47	274,47	2.404.340	0,50	1.202.170

**Fonte: Oliveira (2016).**

Na comparação da Tabela 3, pode-se perceber que a vantagem econômica de se usar pellets de madeira é muito grande. Além de ser uma energia de baixo custo, o pellet tem uma densidade alta, o que acarreta em uma diminuição de custos indiretos com transporte e armazenamento.

Além da vantagem econômica, a utilização de pellets possui outros benefícios, como, por exemplo, o baixo teor de cinzas. As cinzas, que são formadas por influência de elementos inorgânicos como o cálcio, cloro, alumínio, são altamente corrosivas e aceleram o processo de desgaste de queimadores e outros componentes metálicos que têm contato direto com elas (OLIVEIRA, 2016). Como os pellets possuem um baixo teor de cinza, sua utilização ajuda a prolongar a vida útil dos queimadores e caldeiras. Outras vantagens competitivas são que esses produtos são homogêneos, limpos, de fácil transporte e de fácil estocagem.

### 2.3 Indicadores de Desempenho

Indicadores de desempenho são de grande valia para medir fatores de performance das organizações e guiar o rumo da mesma conforme seu planejamento estratégico (NEELY; GREGOTY; PLATTS, 1995), já que somente através da consistência de ações é que as estratégias são realizadas (MINTZBERG, 1978). Neely, Gregoty e Platts (1995) definem indicadores de desempenho como o processo de quantificar ações, onde a medição é o processo de quantificação e a ação conduz ao desempenho. Eles também afirmam que o objetivo das organizações é satisfazer os clientes com a maior eficiência e eficácia possível, sendo que eficácia diz respeito

ao cumprimento dos requisitos do cliente, enquanto eficiência é uma medida da otimização dos recursos utilizados para atender a satisfação do mesmo. Os mesmos autores apontam para estes dois fatores como dimensões fundamentais de desempenho, destacando o fato da possibilidade de se obter razões internas e externas para seguir ações estratégicas específicas.

O sistema de indicadores de desempenho é um sistema balanceado e dinâmico que permite o suporte para o processo de tomada de decisão, coletando, elaborando e analisando informações (NEELY; ADAMS; KENNERLEY, 2002). Radnor e Barnes (2007) relacionam os indicadores com os objetivos e metas da empresa, mensurando os resultados requeridos pelo planejamento estratégico. Um exemplo disso é o fato de que quando o nível de qualidade é reconhecido pelo cliente, a satisfação do mesmo é alcançada (FORNELL, 1992). Além disso, estes mesmos indicadores tornaram-se necessários para a melhoria contínua, afetando o controle de operações e a redução dos custos, além da satisfação do cliente (FONSECA; ROZENFELD, 2012).

Os modelos de indicadores de desempenho são necessários para: motivar o comprometimento dos funcionários com as mudanças de melhorias, auxiliar na tomada de decisão sobre mudanças empresariais e verificar a posição da empresa no mercado (NEELY, 1998). Neely, Gregoty e Platts (1995) sugerem que as dimensões de desempenho devem ser personalizadas, conforme a necessidade e o contexto em que a organização está inserida, levando a diferentes focos de medidas de desempenho.

## **2.4 Estratégia de Operações em Manufatura**

Segundo Hayes e Wheelwright (1984), a estratégia de operações de manufatura é um padrão consistente de tomada de decisões. Neely, Gregoty e Platts (1995), semelhantemente, escrevem que esse padrão de tomada de decisões contribui para a realização da estratégia de negócios da empresa. Da mesma forma, Anderson, Cleveland e Schroeder (1989) definem estratégia de operações como uma estratégia para as operações que fazem parte da estratégia de negócio ou que estão fortemente integradas com as estratégias de negócio e da corporação de uma organização.

Conforme Amoako-Gyampah e Boye (2001), a estratégia de operações é definida como o desenvolvimento de diferenciais competitivos específicos baseados na função operações e que visa os objetivos competitivos da organização a longo prazo.

Deste modo, pode-se separar a estratégia de operações em manufatura em duas áreas: em dimensões de desempenho e em áreas de decisão estrutural, como pode ser observado nas seções a seguir deste trabalho.

## **2.5 Dimensões de Desempenho**

Segundo Okoshi (2017), as dimensões de desempenho podem ser consideradas como objetivos de desempenho ou prioridades competitivas. Essas dimensões são utilizadas para gerar os indicadores de desempenho solicitados na organização ou empresa.

Como escrito anteriormente, essas dimensões estão relacionadas com as vantagens competitivas da empresa e relacionam os objetivos e metas com a estratégia da organização. Além disso, como já exposto, essas dimensões são usadas conforme a necessidade e o contexto em que a empresa está inserida. Por exemplo, Corbett (1998) considerou as dimensões custo, qualidade, flexibilidade, entrega e inventário no seu estudo de caso. Já Brignall *et al.* (1991) consideraram competitividade e desempenho financeiro dentro da categoria de dimensões de resultados; e qualidade, flexibilidade, utilização de recursos e inovação dentro da categoria de dimensões determinantes.

Neste trabalho serão consideradas apenas duas dimensões: qualidade e custo. Duas justificativas para esta decisão são para facilitar a construção do questionário e facilitar o preenchimento do mesmo pelos entrevistados. Outras justificativas são descritas nos capítulos adiante.

### **2.5.1 Qualidade**

Qualidade é um termo muito utilizado, porém de difícil definição, uma vez que cada aplicação tem sua percepção de qualidade. No final do século XX, Garvin (1984)

diferenciou a utilização do termo em cinco diferentes visões de qualidade, definidas como:

- Qualidade transcendente: nessa definição, a qualidade não pode ser definida ou medida, porém é gerada através da percepção universal de que determinado produto tem boa ou má qualidade;
- Qualidade de produto: por essa definição, Garvin (1984) defende que diferenças mínimas nas composições químico-físicas do produto geram diferentes níveis de qualidade.
- Qualidade no ponto de vista do consumidor: essa definição parte do princípio de que a qualidade percebida pelo consumidor é o ponto mais importante, afinal é ele que utiliza e tem a percepção da boa ou má qualidade do produto. Portanto, nessa definição a qualidade varia de consumidor para consumidor, considerando que cada pessoa tem suas necessidades e satisfações atendidas diferentemente.
- Qualidade no ponto de vista da Manufatura: nessa definição, Garvin (1984) mostra que a qualidade também pode ser vista do ponto de vista da manufatura, levando em consideração valores intrínsecos ao processo de fabricação e que não são diretamente percebidos no produto acabado. Dessa maneira, a qualidade no ponto de vista da manufatura tem uma visão mais voltada para conformidade aos requerimentos do produto, exibindo uma visão mais voltada para a engenharia do produto e sua posterior manufatura.
- Qualidade de Valor: essa definição de qualidade mostra que também é possível definir qualidade em termos financeiros. Segundo Garvin (1984), é possível definir a qualidade em termos de custos de produção e receitas adquiridas com a venda dos produtos. Nessa visão, a qualidade do produto varia de acordo com os custos (ou receitas) para atingir certo nível de conformidade.

Em outra definição, Crosby (1979) define a qualidade como a conformidade às especificações do produto. Ou seja, um produto só tem uma boa qualidade se o mesmo for funcional nas realizações de suas atividades fins, atendendo assim às expectativas do cliente.

A dimensão de desempenho qualidade pode ser definida como a capacidade de se fazer as coisas corretas e da forma certa (OKOSHI, 2017). Um ponto importante

da dimensão de desempenho qualidade é que essa dimensão é utilizada frequentemente para medir o desempenho operacional das organizações (CHONG; WHITE; PRYBUTOK, 2001), o que a torna ponto central em qualquer pesquisa de desempenho de determinado setor mercadológico.

### **2.5.2 Custo**

Os custos de uma empresa têm papel fundamental na identificação do bom andamento da estratégia adotada por ela. O sistema de custos tem dois papéis fundamentais dentro de uma organização, sendo esses o gerencial e o fiscal. No papel fiscal, o sistema de custo deve prover informações mais abrangentes e que não refletem diretamente o andamento financeiro da empresa, como impostos e custos de estoque. Já no seu papel gerencial, o sistema de custos deve prover informações referentes ao desempenho efetivo e situação de cada planta, como, por exemplo, custo por unidade produzida e avaliação de desempenho financeiro de cada unidade de produção. Dessa forma, o sistema de custos deve mostrar efetivamente o desempenho operacional da organização (DIAS *et al.*, 2007).

Agora, utilizando a definição de qualidade de valor (GARVIN, 1984), conforme exposto anteriormente na seção 2.5.1, pode-se facilmente relacionar essa definição com a dimensão de desempenho custo, utilizando o sistema de custos gerencial e a qualidade de valor. Isso porque, conforme Garvin (1984), a qualidade também pode ser definida em função dos custos e ganhos financeiros de uma empresa. De outro modo, a qualidade de valor pode ser uma das maneiras de se medir a dimensão de desempenho custo de forma a atingir um desempenho financeiro mais significativa para a empresa.

## **2.6 Áreas de Decisão**

Segundo Okoshi (2017), as áreas de decisão podem ser consideradas como recursos disponíveis na organização. Conforme Platts e Gregory (1990), as áreas de decisão são classificadas em estrutural e infraestrutural. A estrutural é a área de maior risco de reaver, de maior prazo e alto valor monetário; já a infraestrutural não tem muito custo de reversão e é facilmente removida. São utilizadas para levantar as

necessidades dos recursos que integram essas duas categorias e para conseguir atingir as dimensões de desempenho definidas pela empresa.

Neste trabalho somente será abordada dois fatores da área de decisão estrutural pelos mesmos motivos dados às dimensões de desempenho. Os dois fatores são capacidade produtiva e localização, que serão abordados nas seções a seguir.

### 2.6.1 Capacidade produtiva

Capacidade produtiva é um conceito ainda não muito bem definido. Cada estudioso da área de produção tem uma definição um pouco diferente da do outro. O Quadro 2 mostra muito bem esta situação.

Contudo, há um ponto convergente em todas essas definições apresentadas. Esse ponto é que a capacidade produtiva é a quantidade máxima que certo produto pode ser produzido por alguma unidade produtiva (a empresa como um todo, ou uma certa máquina ou funcionário) em um intervalo de tempo fixo (PEINADO; GRAEML, 2007).

Em alguns casos, a definição de capacidade produtiva pode se tornar complexa. Assim, foram definidos alguns tipos de capacidades produtivas. A terminologia pode ser diferente, dependendo do autor, mas os conceitos permanecem os mesmos (PEINADO; GRAEML, 2007). Os tipos são:

**Quadro 2 - Definições de capacidade produtiva de diferentes autores.**

Capacidade de Produção	
CONCEITO OU DEFINIÇÃO	Moreira (1998) chama de capacidade a quantidade máxima de produtos e serviços que podem ser produzidas numa unidade produtiva, num dado intervalo de tempo.
	Stevenson (2001) considera que a capacidade a um limite superior ou teto de carga que uma unidade operacional pode suportar. A unidade operacional pode ser uma fábrica, um departamento, uma loja ou um funcionário.
	Slack et al (2002) definem capacidade de produção como sendo o máximo nível de atividade de valor adicionado em determinado período que o processo pode realizar sob condições normais de operação.
	Gaither & Frazier (2001) se referem definição de capacidade dada pelo Federal Reserved Board: "o maior nível de produção que uma empresa pode manter dentro da estrutura de uma programação de trabalho realista, levando em conta um período de inatividade normal e supondo uma disponibilidade suficiente de entradas para operar a maquinaria e o equipamento existente".
	Ritzman & Krajewski (2004) se reportam a definição de Census Bureau: "a capacidade é o maior nível de produção que uma empresa pode manter razoavelmente empregando horários de trabalho realistas dos funcionários e o equipamento atualmente instalado"

**Fonte: Peinado e Graeml (2007).**

- Capacidade instalada: é a capacidade máxima que uma unidade produtora pode produzir se trabalhar ininterruptamente e sem que seja considerada nenhuma perda. Ou seja, é a capacidade de uma empresa produzir trabalhando 24 horas por dia, todos os dias da semana durante todo o mês, sem necessidade de paradas. É uma medida hipotética, mas não sem importância, pois auxilia na decisão de ampliação de capacidade, já que se trata de uma medida que nunca poderá ser ultrapassada sem a ampliação das instalações.
- Capacidade disponível ou de projeto: é a quantidade máxima que uma unidade produtora pode produzir durante uma jornada de trabalho disponível, sem levar em conta as perdas. É considerada, via de regra, em função da jornada de trabalho que a organização adota.
- Capacidade efetiva ou carga: a capacidade efetiva representa a capacidade disponível menos as perdas planejadas desta capacidade.
- Capacidade realizada: representa a capacidade efetiva subtraindo-se as perdas não planejadas, ou seja, é a capacidade que realmente aconteceu em determinado período.

Conforme Okoshi (2017), a capacidade de manufatura também se encarrega da mudança do trabalho e das políticas de contratação dos empregados. A capacidade produtiva também é essencial para uma empresa ou indústria permanecer competitiva no mercado (LEE *et al.*, 2014), assim como também tem grande influência financeira da mesma (NATH; NACHIAPPAN; RAMANATHAN, 2008). Quando se coloca a variabilidade e a imprevisibilidade de demanda em perspectiva, a utilização da capacidade pode ser muito afetada (CHILDERHOUSE; AITKEN; TOWILL, 2002), por absorver as diferenças de demandas. Assim, pode-se concluir que a capacidade produtiva tem uma grande influência na flexibilidade da empresa, como escreveram González-Benito e Suárez-González (2010).

### **2.6.2 Localização**

A localização da empresa e das instalações é um importante fator e, por isso, é considerado um indicador de decisão estrutural. Para Peinado e Graeml (2007) a

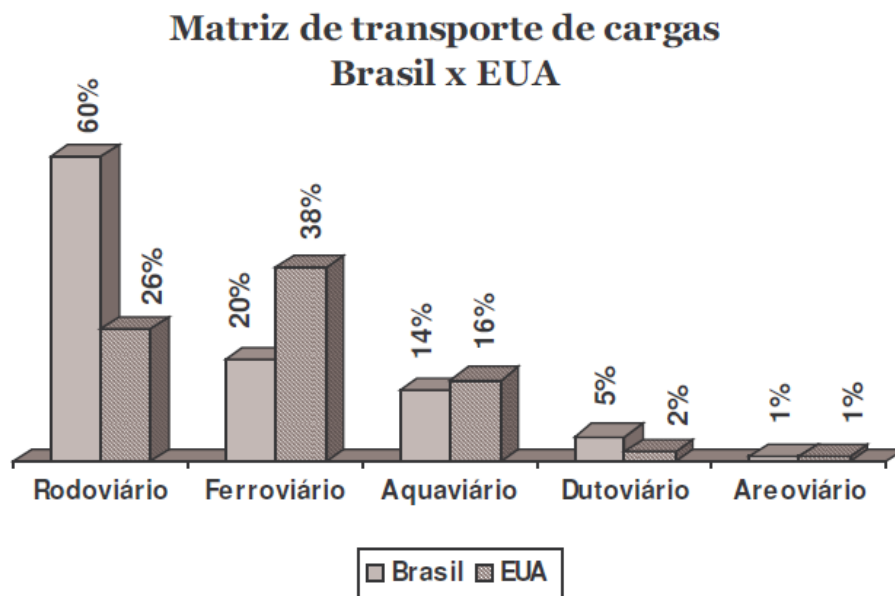
localização determina o melhor local para instalar uma base de operações a partir da qual serão fabricados produtos ou prestados serviços. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), a necessidade de definição de uma localização de alguma empresa decorre de uma criação de uma nova empresa, da ampliação da área de atuação com uma nova instalação ou, ainda, da mudança do local de instalação atual. Demirbag *et al.* (2010) escrevem que a localização tem implicações na performance industrial e é vital para a competitividade de mercado. Roth *et al.* (1997) também defendem que o custo das instalações, o custo total de transporte e distribuição e a demanda e o tempo de entrega requeridos são fatores que influenciam na decisão de localização.

Peinado e Graeml (2007) defendem a importância de restringir, através de uma pré-seleção, as opções de possíveis locais para a implantação da operação produtiva, para reduzir o esforço envolvido na escolha do novo local. Eles também fornecem sete pontos a serem consideradas na decisão de uma nova localização, considerando organizações industriais:

- Disponibilidade de matéria-prima: estabelecer a nova instalação nas proximidades dos principais fornecedores, especialmente para aquela que o produto final apresenta baixo volume e alto valor agregado;
- Oferta de energia elétrica: garantia de disponibilidade a preços competitivos;
- Disponibilidade de água: indústrias que a utilizam como matéria-prima ou para o funcionamento de seus processos;
- Oferta de mão-de-obra: considerar o piso salarial praticado na região da futura instalação e se há disponibilidade de profissionais qualificados conforme o ramo de atuação da empresa;
- Facilidades e incentivos fiscais dos estados e municípios: doação de terrenos, obras de pavimentação nos arredores, outras benfeitorias e/ou isenção de impostos são algumas das resoluções adotadas pelas administrações municipais e estaduais;
- Qualidade de vida e serviços essenciais: a qualidade de rede de ensino público, a existência de universidades, faculdades e escolas técnicas fornecem os recursos humanos para a nova instalação.



A matriz de transportes utilizada num país é muito significativa quando se tem os custos logísticos em perspectiva. A Figura 5 ilustra a diferença das matrizes de transporte de cargas entre os EUA e o Brasil.



**Figura 5 – Gráfico: comparação de modais de transporte entre os EUA e o Brasil.**

**Fonte: Fleury (2003).**

Os custos operacionais de transporte estão relacionados à localização das fontes de suprimentos e dos mercados consumidores, em relação a do próprio empreendimento. Assim, para minimizar estes custos, é necessária uma localização próxima aos fornecedores e aos clientes. Infelizmente, isto nem sempre é possível, devido à grande quantidade de fornecedores e clientes e à grande extensão territorial do Brasil. Portanto, os custos logísticos de transporte devem ser muito bem analisados. Neste país, o transporte rodoviário é predominante, apesar de ser pouco indicado para países de grande extensão territorial. Isto ocorre devido à falta de outros modais de transporte (ferroviário, aquaviário) e ao baixo preço por causa de grande competitividade entre caminhoneiros autônomos e transportadoras (PEINADO; GRAEML, 2007).

Martins e Laugeni (2005) defendem que a capacidade produtiva também deve ser considerada na decisão do local da nova instalação, já que pode sofrer alterações

devido à distância de fornecedores, disponibilidade de energia, etc. Os mesmos autores também indicam o cálculo de uma estimativa de demanda em relação ao novo local para auxiliar na tomada de decisão.

## 2.7 Estatística

A estatística, segundo Freund (2006), pode ser aplicada em vários campos do conhecimento e é por causa disso que houve tanto crescimento na estatística moderna. Ela é utilizada nos campos de engenharia, medicina, administração, entre outros. Técnicas de avaliação no controle de poluição, no planejamento de inventários, na análise de padrões de trânsito de veículos e no estudo dos efeitos de medicamentos, por exemplo, utilizam uma modelagem estatística.

Larson e Farber (2010) definiram estatística como a ciência que coleta, organiza, analisa e interpreta dados para a tomada de decisão. Rocha (2015) a define de duas maneiras. A primeira, semelhantemente à definição de Larson e Farber (2010), diz que estatística é um conjunto de técnicas e métodos que, através de dados obtidos em estudos ou experimentos realizados nas mais diferentes áreas do conhecimento, permite organizar, descrever, analisar, interpretar e tirar conclusões com base nesses dados. A segunda define estatística como um conjunto de métodos e processos quantitativos para estudar e medir os fenômenos coletivos.

Freund (2006) e Larson e Farber (2010) defendem que existe apenas duas áreas da estatística: estatística descritiva e inferência estatística; enquanto Rocha (2015) defende que há três áreas distintas: as duas anteriores e a teoria das probabilidades.

A estatística descritiva envolve a coleta, a organização, a análise e o resumo de dados provenientes de pesquisas ou levantamentos, mas sem realizar alguma generalização a partir desses dados (ROCHA, 2015). Ou seja, é tudo relacionado ao resumo e descrição de dados, mas sem procurar inferir (concluir) qualquer coisa que vá além dos próprios dados (FREUND, 2006). Aqui, se utilizam tabelas e gráficos para representar as informações coletadas e medidas de tendência central, de dispersão e variabilidade. A estatística descritiva é utilizada em censos, taxa de desemprego, durabilidade média de produtos, etc.

A teoria das probabilidades se encarrega dos estudos de fenômenos de caráter aleatório, onde há incertezas de seus resultados, pois não há como prevê-los com plena certeza (ROCHA, 2015). Um exemplo disso é a incerteza da pergunta: qual é a garantia que temos do fabricante de que um dos pneus do carro não irá estourar durante uma viagem?

Embora a importância da estatística descritiva, muitas informações estatísticas são obtidas a partir de amostras, assim a análise exige generalizações que vão além dos dados obtidos (FREUND, 2006). A inferência estatística, segundo Rocha (2015), procura formular julgamentos sobre um todo (população) a partir da análise de uma parte dele (amostra). Por ser uma generalização, ela utiliza teste de hipóteses e está sujeita a erro. Algumas ferramentas utilizadas são o teste qui-quadrado, o teste paramétrico, regressão linear e correlação, esta última usada e abordada neste trabalho.

### 2.7.1 Correlação

Rocha (2015) afirma que correlação é uma sugestão de funcionalidade entre duas variáveis estatísticas. Larson e Farber (2010) definem correlação como a relação entre duas variáveis, tendo uma variável independente e outra dependente.

As correlações podem ser classificadas em: correlação linear direta, correlação linear inversa, correlação nula (sem correlação) e correlação não linear (ROCHA, 2015; LARSON; FARBER, 2010).

A ferramenta utilizada para identificar tais correlações é o coeficiente de correlação linear ( $r$ ) estabelecido por Karl Pearson, que varia entre -1 e 1 ( $-1 \leq r \leq 1$ ), sendo -1 uma correlação negativa, 0 uma correlação nula e 1 uma correlação positiva (ROCHA, 2015; LARSON; FARBER, 2010). A classificação das intensidades das relações é resumida na tabela a seguir.

**Tabela 4 - Classificação de intensidade de correlação.**

<b>Valor de r (positivo ou negativo)</b>	<b>Interpretação</b>
0,00 a 0,19	Correlação muito fraca
0,2 a 0,39	Correlação fraca
0,4 a 0,69	Correlação moderada
0,7 a 0,89	Correlação forte

0,9 a 1,00

Correlação muito forte

---

**Fonte: adaptado de Rocha (2016)**

Também é possível identificar a significância da correlação. Primeiramente é necessário definir o nível de significância ( $\alpha$ ). Por exemplo, quando  $\alpha = 0,05$ , significa que foi decidido que o coeficiente de correlação ( $r$ ) é significativo quando ela realmente não é em 5% das vezes, ou seja, em 95% das vezes será corretamente determinado que esse coeficiente é significativo (LARSON; FARBER, 2010). Assim, é possível verificar a significância da correlação comparando o valor obtido de  $r$  com a Tabela 7 do apêndice C, onde relaciona o nível de significância definido e o tamanho da amostra na coleta de dados, representado por  $n$ . Deste modo, é possível determinar quais correlações são realmente significativas para análise e se há alguma influência ou dependência entre as variáveis analisadas.

Por exemplo, em uma pesquisa foi definido que o nível de significância é 20% ( $\alpha=0,2$ ), considerando que a amostra possui 10 membros, o valor mínimo de  $r$  para que a correlação seja significativa é de 0,443. Portanto, para qualquer coeficiente de correlação entre duas das nove variáveis que for maior ou igual a 0,443 pode-se afirmar que essas variáveis são influenciadas ou dependentes uma da outra.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nessa etapa será descrita a metodologia utilizada para a realização da presente pesquisa, visando como resultados os objetivos citados na seção 1.3 desse trabalho.

#### 3.1 Metodologia Descritiva

A pesquisa científica em questão é do tipo *Survey* e de abordagem quanti-qualitativa. Conforme Filippini (1997), uma pesquisa do tipo *Survey* pode ser definida de 3 formas: pesquisa de levantamento exploratória, pesquisa de levantamento confirmatória ou pesquisa de levantamento descritiva. Para o presente trabalho, o *Survey* será utilizado como levantamento exploratório, uma vez que busca obter uma percepção preliminar a respeito das indústrias de pellets do Brasil e suas respectivas estratégias de operações (FILIPPINI, 1997). Dessa maneira, essa pesquisa pode servir como base para futuros estudos nessa mesma área.

Uma pesquisa qualitativa busca compreender um fenômeno e seu significado sem se preocupar com quantidades e intensidades. Porém, uma vez que esse processo depende da interação do pesquisador com o objeto estudado, esse tipo de pesquisa absorve o viés do pesquisador, o que a torna de difícil reprodução. Por sua vez, a pesquisa quantitativa procura tratar o objeto pesquisado com números, intensidades e frequências. Porém, esse tipo de pesquisa se torna restritiva e não consegue perceber o ponto de vista do indivíduo, uma vez que o estudo é baseado em números e não em percepções do fenômeno observado (TERENCE; FILHO, 2006).

Para a presente pesquisa, será adotada uma abordagem quanti-qualitativa. Dessa maneira, o que se busca é uma visão que consiga compreender o objeto estudado e seu significado social ao passo que se entenda a significância quantitativa da amostra da pesquisa.

### 3.2 Processo Metodológico

Para a realização da pesquisa a fim de entender a condição atual das empresas de produção de pellets do Brasil, inicialmente foi necessário realizar uma revisão teórica dos temas abordados na pesquisa. Nessa revisão, os principais temas abordados foram referentes à pellets, estratégias de operação, dimensões de desempenho e áreas de decisão estrutural. As fontes utilizadas para essa pesquisa científica foram livros, para retirar os conceitos bases da pesquisa, e artigos, a fim de retirar conhecimentos atualizados de relevância para o tema.

Após a pesquisa inicial sobre a teoria, foi realizada uma segunda pesquisa para contextualização da produção e consumo de pellets no Brasil e no mundo. Para isso, foram utilizados dados de relatórios governamentais, painéis de discussão climática, painéis de energias renováveis, além de artigos que contextualizam e caracterizam esse mercado no Brasil. Nessa etapa foram identificados os pontos chaves que deveriam ser abordados na pesquisa com as empresas produtoras de pellets no Brasil, como requisitos e normas de qualidade, diferença entre produção anual e capacidade instalada, custos referentes ao transporte, entre outros.

Após essa segunda etapa, foi observado que uma das grandes dificuldades desse setor no Brasil é a falta de informações ou o desencontro delas. Várias das fontes utilizadas mostravam dados diferentes, fato que poderia dificultar a pesquisa. Para contornar essas dificuldades, buscou-se apoio de organizações que poderiam contribuir com dados desse setor industrial, como pesquisadores da área, Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP) e Associação Brasileira dos Produtores de Pellets (ABIPEL). Com isso, pretendeu-se mitigar as dificuldades da pesquisa, além de conseguir um acesso mais fácil às empresas brasileiras produtoras de pellets. Dessa forma, encerrou-se a parte teórica e de fundamentos para a pesquisa.

Para a realização da pesquisa junto às empresas produtoras de pellets no Brasil, decidiu-se por realizar um questionário tipo *Survey*, disponível no Anexo A da presente pesquisa científica. Inicialmente, para elaborar o questionário, definiu-se quais os temas que seriam abordados e de que maneira as perguntas seriam feitas. Nessa etapa, ficou definido que o questionário teria apenas 9 perguntas e todas elas seriam feitas de maneira fechada, ou seja, com alternativas fechadas para resposta. Dessa maneira, o questionário ficaria mais fácil e rápido de ser respondido.

Depois da finalização da estrutura do *Survey*, foi iniciada uma pesquisa para identificar as empresas produtoras de pellets do Brasil que poderiam responder a pesquisa. Nessa etapa, foi gerada a tabela presente no apêndice B dessa pesquisa. Vale ressaltar que as empresas identificadas nessa parte foram retiradas da literatura e de pesquisas na internet. Além das empresas produtoras, também foi pesquisado o contato de todas as empresas existentes para que o questionário fosse enviado.

Com a finalização da fundamentação teórica e de dados necessários para realizar efetivamente a pesquisa, começou-se então o envio dos questionários e coleta de dados. Esse envio do *Survey* e a coleta de dados ocorreu de forma virtual, por meio de questionário gerado por meio do *Google Forms* e enviado para as empresas produtoras de pellets do Brasil através de e-mail ou website oficial da empresa. O texto enviado se encontra no anexo B do presente trabalho.

Terminada a coleta de dados com as respostas das indústrias produtoras de pellets do Brasil, foi iniciada a parte de análise empírica dos dados. Foram feitas correlações entre as respostas e entre as dimensões de desempenho e as áreas de decisão estrutural, afim de entender se alguma das perguntas estariam influenciando a resposta das outras. Nessa etapa, também foram utilizadas outras pesquisas da mesma área científica para comparar os resultados obtidos.

Por último, foi realizada uma análise estatística dos dados coletados junto às indústrias. Uma vez que a amostra era pequena e a quantidade de perguntas insuficientes para utilizar outro método estatístico, decidiu-se por utilizar o método estatístico de correlação de Pearson. Essa análise estatística foi utilizada para balizar algumas das análises empíricas feitas anteriormente, dando mais valor científico à pesquisa.

## **4 DESENVOLVIMENTO**

Nesse capítulo será mostrado o desenvolvimento do trabalho, baseado em sua fundamentação teórica e metodologia apresentadas anteriormente. Sequencialmente, serão apresentadas as empresas produtoras de pellets do Brasil (4.1), dimensões de desempenho das indústrias de pellets do Brasil (4.2), as áreas de decisão estrutural das indústrias de pellets do Brasil (4.3), a elaboração do questionário (4.4) e a correlação estatística de Pearson aplicada à análise dos dados obtidos (4.5).

### **4.1 Empresas Produtoras de Pellets do Brasil**

É difícil afirmar exatamente quantas indústrias de pellets existem no Brasil. Isto acontece por causa das diferentes fontes que podem ser achadas e que possuem valores diferentes para os mesmos dados. Para uma melhor caracterização desse ramo, buscou-se junto à pesquisadores e a Federação das Indústrias do Paraná (FIEP) apoio para a pesquisa, afim de uma melhor caracterização das empresas produtoras de pellets do Brasil. Infelizmente, esses dados não foram repassados para a presente pesquisa, o que alterou o planejamento inicial de busca de informações para artigos científicos, revistas e associações dos produtores de pellets.

No apêndice A se encontra o Quadro 5 com os dados das indústrias, dividida conforme as referências encontradas. Por exemplo, a indústria número 7, segundo Escobar (2016), se chama Timber S.A. e tem uma capacidade produtiva de 45 kt/ano (quilo toneladas por ano). Entretanto, a mesma indústria (de numeração 7), segundo a ABIB (2016), se chama TCF Pellets e tem uma capacidade produtiva de 100 kt/ano. Além disso, existem indústrias que são citadas em uma fonte e não são citadas em outra. Portanto, um dos desafios deste trabalho foi contatar e fazer uma relação das indústrias do país com dados preciso e concretos.

### **4.2 Dimensões de Desempenho das Indústrias de Pellets do Brasil**

Para este trabalho de pesquisa, foram escolhidas duas dimensões de desempenho, já abordadas na seção 2.5: qualidade e custo.



Decidiu-se analisar estas duas dimensões de desempenho, pois, conforme exposto na literatura, elas representam os fatores de maior influência no mercado de pellets brasileiro. Quando, por exemplo, se analisa o custo do transporte do Brasil, verifica-se que é muito representativo na relação de todos os custos envolvidos na produção e venda de pellets (GARCIA *et al.*, 2016). Já quando se tem a exportação em perspectiva, é de extrema importância utilizar as normas de qualidade que regem o mercado internacional (THRÄN; PEETZ; SCHAUBACH, 2017). Por exemplo, o mercado europeu consome exclusivamente pellets que seguem a norma ENplus de fabricação do mesmo, como já exposto anteriormente na seção 2.2. Assim, julgou-se ser suficiente estes dois fatores para analisar o estado atual das indústrias de pellets do Brasil.

Pela pelletização ser um processo de fabricação simples, que não necessita de tecnologia avançada, não apresenta grande variabilidade no produto final, e, ainda, com o intuito de elaborar um questionário simplificado e conseguir maior possibilidade de adesão das indústrias de pellets, decidiu-se por não abordar as outras dimensões de desempenho.

#### **4.3 Áreas de Decisão Estrutural das Indústrias de Pellets do Brasil**

Da mesma forma, foram escolhidas duas áreas de decisão estrutural para avaliar o estado atual das indústrias de pellets do Brasil, já abordadas na seção 2.6: capacidade produtiva e localização.

Estas duas áreas foram escolhidas, pois foi possível estabelecer alguma relação com as dimensões de desempenho descritas anteriormente. Por exemplo, através da capacidade produtiva é possível sugerir o porte da empresa. Pelo porte pode-se sugerir a demanda da empresa e, pela demanda, o fator de qualidade. Além disso, também foi possível conferir os dados obtidos da literatura com os dados coletados pela pesquisa.

Não se trabalharam as outras áreas de decisão estrutural pelos mesmos motivos anteriormente expostos na seção das dimensões de desempenho (seção 4.2) e porque seria necessário uma imersão maior em cada empresa, o que complicaria o trabalho e necessitaria de um período de tempo maior de projeto e pesquisa. Outro

motivo foi para não caracterizar as empresas participantes, com intuito de aumentar a adesão delas e obter uma maior quantidade de respostas ao questionário enviado.

#### 4.4 Elaboração do Questionário

Uma etapa muito importante deste trabalho foi a construção do questionário a ser enviado às indústrias de pellets brasileiras. O Quadro 3 a seguir expõe as questões elaboradas, assim como cada parâmetro analisado.

**Quadro 3 - Elaboração do questionário.**

Nº da questão	Estratégia de Operações	Parâmetro analisado	Pergunta	Alternativas de resposta
-	-	-	Nome da empresa	Questão aberta
1	Dimensões de desempenho	Qualidade	Segue alguma norma de qualidade de pellets? Se sim, qual?	ISO 17225-2 ENplus DIN 51735 Não segue nenhuma norma
2	Dimensões de desempenho	Qualidade	A empresa possui testes de qualidade da matéria-prima?	Sim Não
3	Dimensões de desempenho	Qualidade	A empresa possui testes de qualidade do produto acabado?	Sim Não
4	Dimensões de desempenho	Custo	O transporte de matéria-prima é um fator de alta influência no custo final dos pellets?	Sim Não
5	Dimensões de desempenho	Custo	O transporte do produto acabado é um fator de alta influência no custo final dos pellets?	Sim Não
6	Áreas de decisão estrutural	Capacidade produtiva	Qual a capacidade instalada da empresa?	0-10.000 toneladas/ano 10.000-20.000 toneladas/ano 20.000-40.000 toneladas/ano Acima de 40.000 toneladas/ano
7	Áreas de decisão estrutural	Capacidade produtiva	Qual a produção média anual?	0-5.000 toneladas/ano 5.000-15.000 toneladas/ano 15.000-25.000 toneladas/ano Acima de 25.000 toneladas/ano
8	Áreas de decisão estrutural	Localização	Qual a distância entre a empresa e os fornecedores de matéria-prima?	0-300 km 300-600 km 600-900 km Acima de 900 km
9	Áreas de decisão estrutural	Localização	Qual a distância entre a empresa e os clientes/exportadores?	0-300 km 300-600 km 600-900 km Acima de 900 km

**Fonte: autoria própria. Ilustrações e tabelas sem indicação de fonte são de autoria própria.**

Procurou-se elaborar um questionário prático e fácil de se responder para incentivar a adesão das empresas. Também foi afirmado, no corpo da pesquisa e no texto enviado, que os resultados obtidos não seriam expostos de forma a caracterizar as indústrias participantes individualmente.

Com estas dez perguntas foi constatado que seriam suficientes para a análise dos quatro parâmetros de estratégias de operações escolhidos para investigar o estado atual das indústrias de pellets do Brasil.

#### **4.5 Correlação Estatística de Pearson Aplicada à Análise dos Dados Obtidos**

Para melhor embasamento das análises realizadas, optou-se por utilizar a ferramenta de correlação estatística. Visto que as respostas de nove das dez perguntas serão utilizadas para análise, foram definidas nove variáveis, uma para cada pergunta:  $x_1$  para a questão 1,  $x_2$  para a questão 2 e sucessivamente. Assim, teve-se o intuito de confirmar algumas relações entre as variáveis e, se possível, identificar outras que não foram identificadas previamente.

Foi utilizado o *Minitab*, um programa computacional de ferramentas e análises estatísticas. Foram definidos alguns valores para cada variável, conforme as alternativas de respostas de cada pergunta do questionário. Para a alternativa “Sim”, atribuiu-se o valor 1, para “Não”, 0 e para as de múltiplas alternativas, atribuiu-se os valores 0, 1, 2 e 3 para cada uma delas, de modo crescente. Por exemplo, na questão 9, variável  $x_9$ , a primeira alternativa (0-300 km) tem valor 0, a segunda (300-600 km), 1, e assim em diante. Em seguida foi feita uma relação das respostas de cada empresa, conforme estes valores estabelecidos, como pode ser visto na seção 5.1.

O *Minitab* foi alimentado com esta relação, dando como resultado o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) entre cada duas variáveis e o nível de significância ( $\alpha$ ) de cada correlação. Para o presente trabalho, foi escolhido um nível de significância de 10% em uma análise bilateral, pelo fato de serem poucas variáveis analisadas, o que aumenta a possibilidade de erro ou discrepância. Assim, o valor, em absoluto, do coeficiente de correlação mínimo para ser significativo é de 0,729.

Os resultados obtidos através deste método, que serão discutidos e observados na próxima seção, possibilitaram um embasamento numérico estatístico à análise de relações entre as estratégias de operações consideradas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa etapa serão apresentados os resultados obtidos através da pesquisa e a análise realizada desses resultados. Além disso, será mostrada a análise estatística e validação de algumas das afirmações empíricas através do método de correlação de Pearson.

### 5.1 Resultados Qualitativos Obtidos através do Questionário

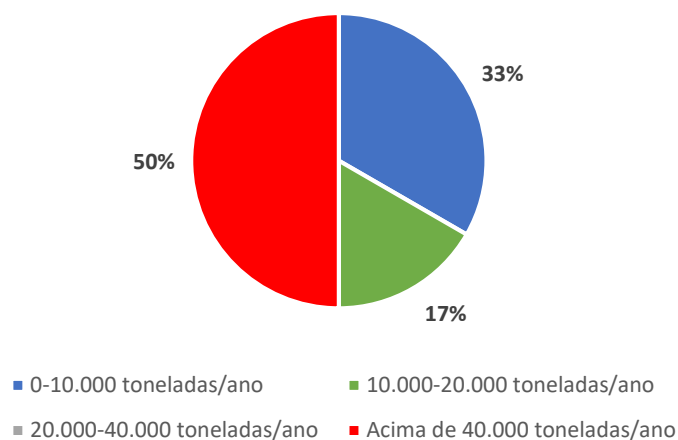
Após o contato com as 23 empresas produtoras de pellets, foi enviado o questionário via e-mail ou website oficial da empresa para que o questionário fosse respondido. A coleta de resposta ficou aberta por aproximadamente um mês, sendo o questionário enviado entre uma e duas vezes por empresa nesse período. Após esse tempo para resposta das empresas, foram coletadas 6 respostas ao questionário, cujas conclusões serão expostas a seguir.

**Quadro 4 - Relação de respostas das indústrias para as perguntas do questionário.**

Questão	Qualidade			Custo		Capacidade Produtiva		Localização	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Empresa 1</b>	ENplus	Sim	Sim	Sim	Sim	Acima de 40.000 toneladas/ano	Acima de 25.000 toneladas/ano	0-300 km	mais de 900 km
<b>Empresa 2</b>	Não	Não	Sim	Sim	Sim	10.000-20.000 toneladas/ano	5.000-15.000 toneladas/ano	0-300 km	300-600 km
<b>Empresa 3</b>	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	0-10.000 toneladas/ano	0-5.000 toneladas/ano	0-300 km	0-300 km
<b>Empresa 4</b>	ENplus	Sim	Sim	Sim	Sim	Acima de 40.000 toneladas/ano	Acima de 25.000 toneladas/ano	0-300 km	300-600 km
<b>Empresa 5</b>	ENplus	Sim	Sim	Sim	Sim	Acima de 40.000 toneladas/ano	15.000-25.000 toneladas/ano	0-300 km	0-300 km
<b>Empresa 6</b>	Não	Não	Não	Não	Sim	0-10.000 toneladas/ano	0-5.000 toneladas/ano	0-300 km	0-300 km

O Quadro 4 contém todas as respostas recebidas das indústrias, separadas em grupos de estratégias de operação. A ordem das perguntas apresentada é a mesma presente e anteriormente explorada no Quadro 3.

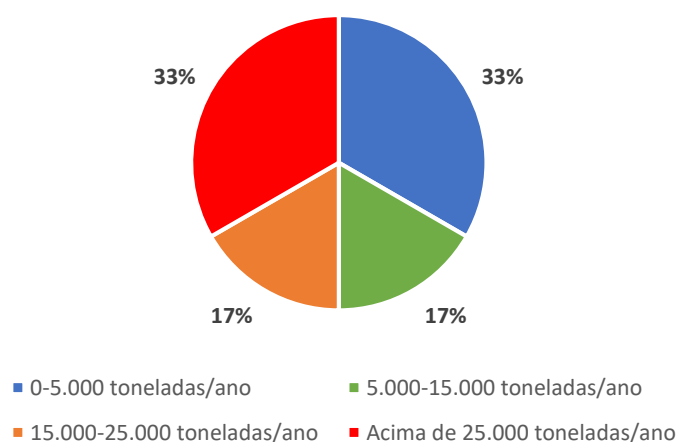
### Qual a Capacidade Instalada da Empresa?



**Figura 6 - Gráfico: Capacidade Instalada das indústrias entrevistadas.**

A Figura 6 mostra a capacidade produtiva instalada das indústrias que responderam o questionário. Pode-se observar que 3 das 6 empresas em questão tem capacidade produtiva instalada para produzir anualmente 40.000 toneladas ou mais de pellets. Essa observação é importante pela relevância das empresas que responderam às perguntas, sendo 3 delas de grande porte, 1 de médio-grande porte e uma pequena. A Figura 7 mostra a produção industrial média anual das respondentes.

### Qual a Produção Média Anual da Empresa?



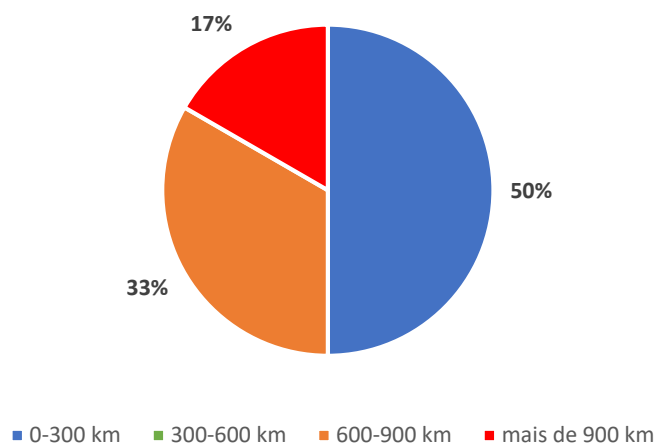
**Figura 7 - Gráfico: Produção média anual das indústrias participantes da pesquisa**

Pela Figura 7, pode-se perceber que 2 das participantes produzem mais de 25 mil toneladas de pellets por ano, enquanto uma produz entre 15 e 25 mil, outra entre 5 e 15 mil, e outra empresa produz menos de 5 mil toneladas. Comparando esses resultados com a capacidade instalada das empresas, pode-se concluir que existe uma certa ociosidade produtiva das respondentes, uma vez que, apesar da escala de produção utilizada no questionário ser menor em relação a capacidade produtiva (a faixa de produção chega até as 25 mil toneladas de produção enquanto a faixa de capacidade vai até 40 mil toneladas), as respondentes relataram produzir menos do que sua capacidade. Dessa forma, esse resultado corrobora a pesquisa de Escobar (2016) no quesito ociosidade produtiva.

O segundo quesito avaliado no *Survey* foi a área de decisão estrutural localização. Por meio de duas perguntas, as empresas foram indagadas quanto ao seu posicionamento em relação aos clientes e fornecedores de matéria-prima. Essa informação é importante se relevarmos o fato de que os custos atrelados ao transporte podem influenciar a competitividade nesse ramo industrial. No Quadro 4, a respeito dessa decisão estrutural, pode-se observar que as 6 empresas responderam que sua localização é de uma distância máxima de 300 quilômetros de seus fornecedores de matéria-prima.

Analisando a Figura 8, pode-se observar que a distância entre a empresa e seus clientes finais (ou exportadores) tem uma certa distribuição. Cerca de 50% das empresas entrevistadas estão a até 300 quilômetros de distância, enquanto 33% se encontram entre 600 e 900 quilômetros e 17% a mais de 900 quilômetros. A priori, é necessário analisar mais profundamente os motivos que levaram cada uma dessas empresas a se localizar longe de seus clientes finais. Isso pode ocorrer, por exemplo, em função da disponibilidade de biomassa para produção ou levando em consideração outras estratégias de desempenho prioritárias para essas indústrias.

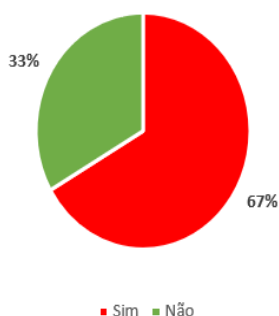
### Qual a Distância entre a Empresa e seus Clientes?



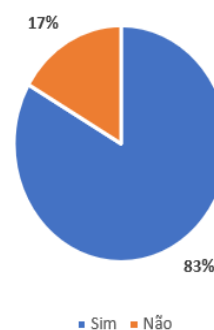
**Figura 8 - Gráfico: Distância entre as empresas questionadas e seus clientes.**

Um outro fator importante perguntando para as empresas dizia respeito à dimensão de desempenho qualidade. Nessa dimensão, as indústrias de pellets foram questionadas a respeito de seus testes de qualidade na matéria-prima e no produto acabado, além de uma pergunta a respeito das normas de qualidade de produção de pellets que elas seguiam. Essa dimensão de desempenho é prioritária para a exportação de pellets, uma vez que o consumo em países europeus, por exemplo, só é permitido se o pellet atender aos requisitos mínimos descritos nas normas europeias.

A empresa possui testes de qualidade da matéria-prima?



A empresa possui testes de qualidade do produto acabado?

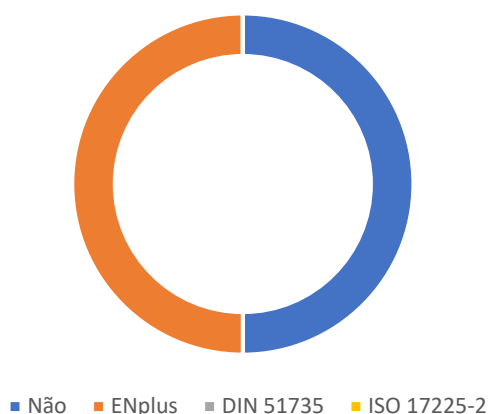


**Figura 9 – Gráfico: Proporção de indústrias de pellets que possuem testes de matéria-prima e de produto acabado.**



A Figura 9 mostra que dois terços das empresas participantes da pesquisa possuem teste de matéria-prima. Além disso, também explora o fato de que 83% dos entrevistados possuem testes de qualidade em seu produto acabado, fato que pode ser considerado um bom indicativo da preocupação das empresas com a qualidade de seu produto final.

Segue alguma norma de qualidade de pellets? Se sim, qual?



**Figura 10 - Gráfico: Normas da qualidade utilizada pelas indústrias produtoras de pellets.**

A Figura 10 mostra que metade das produtoras de pellets que responderam aos questionamentos seguem a norma de qualidade ENplus. Esse fato é bem relevante para a exportação de pellets para a Europa e deve ser um pré-requisito para qualquer empresa que tenha o interesse na exportação de seu produto acabado. Por outro lado, 50% das empresas afirmam não seguir nenhuma norma da qualidade para seu produto. Analisando mais profundamente a Figura 10 e utilizando o Quadro 4, pode-se perceber que as empresas que seguem a norma ENplus são as 3 grandes empresas que responderam o questionário, com capacidade produtiva acima das 40 mil toneladas por ano. Dessa forma, pode-se concluir que as grandes indústrias de pellets do Brasil devem seguir alguma norma, uma vez que a venda de sua produção é dificultada pela falta de alguma padronização internacional.

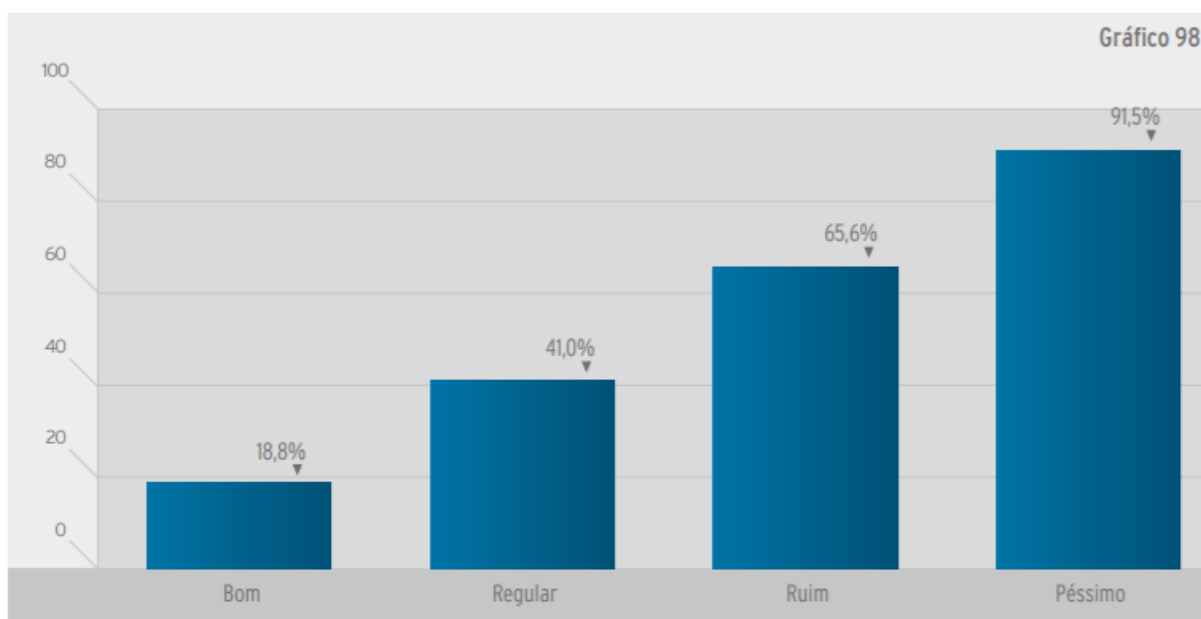
O Quadro 4, exibido anteriormente, também mostra as respostas das indústrias em dois aspectos da dimensão de desempenho custo. No primeiro questionamento

sobre custo, mais precisamente a pergunta 4 do Quadro 3, 5 das 6 respondentes indicaram que o custo com o transporte da matéria-prima é um fator de alta relevância no custo final de seu produto. Além disso, a empresa 5, que indicou que esse custo não era relevante em sua composição final de preço, produz os pellets como subproduto de sua cadeia produtiva. Logo, o transporte da matéria-prima inexistente ou pode ser desconsiderado, uma vez que a biomassa já está disponível em seu polo industrial. No segundo questionamento sobre custo, pergunta 5 do Quadro 3, as empresas responderam sobre a influência do transporte dos pellets em sua composição de preço final. O Quadro 4 mostra que 100% das entrevistadas afirmaram que o custo de transporte do produto final é um fator de alta influência no preço final de seus pellets.

Os resultados sobre o custo encontrados nessa pesquisa vão de encontro com alguns pontos da pesquisa de Quéno (2015). Nela, o autor afirma que, por exemplo, o alto custo de transporte no Brasil é um ponto fraco desse setor industrial no Brasil. Comparando essa afirmação com os resultados obtidos no Quadro 4, pode-se concluir que a pesquisa mostra uma realidade brasileira de alto custo no transporte de matéria prima e bens de consumo.

Para confirmar ainda mais essa conclusão, a recente greve dos caminhoneiros, ocorrida no final de maio de 2018, escancara os altos custos com combustível e a realidade do transporte no Brasil. Essa greve, motivada principalmente pelo aumento de 50% no preço do diesel em apenas um ano, trouxe diversos impactos negativos para a vida de todos os brasileiros (UOL, 2018). Outro fator de alta influência no custo de transporte no Brasil é o estado das rodovias nacionais. Em pesquisa realizada pela Confederação Nacional dos Transportes – CNT (CNT, 2017), menos de 10% das rodovias nacionais estão em ótimo estado, enquanto mais de 605 são consideradas péssimas, ruins ou regulares, considerando aspectos como pavimentação, sinalização e geometria da via.

### Aumento do custo operacional conforme o estado do Pavimento das rodovias - Brasil (%)



**Figura 11 – Gráfico: Aumento do custo operacional em relação ao custo de uma rodovia com ótima pavimentação.**

**Fonte: CNT (2017).**

Conforme a Figura 11, o estado da pavimentação pode acarretar em adicionais que variam de 18,8% até 91,5%, quando comparado com o custo operacional se a rodovia estivesse em ótimo estado. Em média, os transportadores brasileiros possuem um adicional operacional em torno de 27% (CNT, 2017). Esses dados, juntamente com os custos do combustível, explicam e validam a resposta dada pelas indústrias de pellets que responderam o questionário.

## 5.2 Resultados Quantitativos Obtidos através do Questionário

Além dos resultados qualitativos apresentados anteriormente, também se apresentam a seguir os resultados quantitativos obtidos através da pesquisa. O objetivo dessa análise quantitativa foi encontrar relações entre as perguntas feitas às indústrias. A Tabela 5 mostra uma relação das indústrias e suas devidas respostas de forma numérica, anteriormente explicadas na seção 4.5 desta pesquisa.

**Tabela 5 - Relação de respostas das indústrias de pellets em representação numérica para serem tratadas estatisticamente.**

Indústria/variável	Qualidade			Custo		Capacidade Produtiva		Localização	
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
1	1	1	1	1	1	3	3	0	3
2	0	0	1	1	1	1	1	0	1
3	0	1	1	1	1	0	0	0	0
4	1	1	1	1	1	3	3	0	1
5	1	1	1	1	1	3	2	0	0
6	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Com a tabela em mãos os dados foram inseridos no *Minitab* e a correlação estatística de Pearson foi gerada, resultando na Tabela 6.

**Tabela 6 - Análise de Correlação de Pearson com as respostas das indústrias de pellets.**

			x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
Qualidade	x1	r									
		$\alpha$									
	x2	r	0,707								
		$\alpha$	0,116								
	x3	r	0,447	0,632							
		$\alpha$	0,374	0,178							
Custo	x4	r	0,447	0,632	1,00						
		$\alpha$	0,374	0,178	*						
	x5	r	*	*	*	*					
		$\alpha$	*	*	*	*					
Capacidade Produtiva	x6	r	0,970	0,600	0,542	0,542	*				
		$\alpha$	0,001	0,208	0,266	0,266	*				
	x7	r	0,927	0,562	0,533	0,533	*	0,964			
		$\alpha$	0,008	0,246	0,276	0,276	*	0,002			
Localização	x8	r	*	*	*	*	*	*	*		
		$\alpha$	*	*	*	*	*	*	*		
	x9	r	0,469	0,221	0,349	0,349	*	0,530	0,683	*	
		$\alpha$	0,349	0,674	0,497	0,497	*	0,279	0,135	*	

A Tabela 6 mostra a correlação estatística de Pearson entre as perguntas feitas às indústrias de pellets do Brasil. As variáveis do estudo, representadas por x1 a x9, são as perguntas na mesma ordem como explicado na seção 4.5. As correlações representadas com um asterisco significam que a correlação entre as questões é nula

Analisando os dados obtidos a partir da correlação de Pearson e que possuem um nível de significância  $r$  maior do que 0,9, representando uma correlação muito

forte, pode-se perceber que a pergunta 1 se relaciona com a 6 e a 7 a pergunta 3 se relaciona com a 4 e a pergunta 6 se relaciona com a 7. Porém, apesar da correlação ter sido apontada, ainda é necessário analisar o que esses números representam.

A pergunta 1, sobre as normas da qualidade que a empresa segue para sua produção, se relaciona com a capacidade produtiva e produção anual, respectivamente perguntas 6 e 7. A priori, não existe uma correlação direta entre as variáveis, uma vez que o fato de se seguir uma norma não influencia diretamente na capacidade produtiva e respectiva produção da empresa. Contudo, analisando essas perguntas com um viés voltado para a estratégia de operações, é possível dizer que as grandes empresas necessitam seguir uma norma de qualidade, visto que seu foco, em geral, é a exportação, em função do baixo consumo nacional de *pellets*. Essa afirmação, quando confrontada com as respostas fornecidas pelas indústrias e expostas no Quadro 4, pode representar uma possível correlação entre a capacidade produtiva de uma indústria e sua respectiva produção e a norma da qualidade, uma vez que todas as indústrias de grande porte responderam seguir a norma ENplus.

Pelo teste de correlação, também foi exibida uma correlação entre a pergunta 3, sobre testes de qualidade no produto acabado, e a pergunta sobre a influência do custo do transporte da matéria-prima em sua composição de custos. Apesar dessa correlação ter sido apontada, isso se deu unicamente pelo fato de que todas as indústrias tiveram respostas idênticas nessas perguntas, levando a um erro estatístico e de análise de dados. Essa hipótese de correlação, portanto, está descartada.

A última correlação com coeficiente maior do que 0,9 relacionou a capacidade produtiva e a produção anual das indústrias. Essa correlação era esperada, haja vista que as duas perguntas são da mesma área de decisão estrutural e estão fundamentalmente ligadas. Logo, essa correlação pode ser considerada verdadeira.

Algumas outras perguntas foram correlacionadas com um coeficiente de significância entre 0,6 e 0,9, o que poderia mostrar uma correlação moderada entre as variáveis. Porém, uma vez que o nível de significância apresentado por essas correlações varia entre 0,1 e 0,2, a análise desses dados representará pouco estatisticamente, visto que um nível de significância alto aponta para uma baixa confiabilidade do dado apresentado.

### 5.3 Observações e Considerações sobre a Pesquisa

No decorrer desta pesquisa, teve-se alguns obstáculos e dificuldades. Um deles, como já exposto nas seções anteriores, foi a grande discrepância entre os dados das indústrias de pellets disponível na literatura, o que dificultou na identificação e no rastreamento dessas indústrias, bem como na tentativa de entrar em contato com elas. Isto também gerou dificuldades em mostrar a real capacidade produtiva e produção anual de pellets do Brasil, visto que os dados destes parâmetros são muito diferentes entre as fontes encontradas.

Na tentativa de estabelecer alguma parceria com os órgãos relevantes no ramo industrial de pellets, foi contatado as associações da ABIB e ABIPEL. Esta última, surpreendentemente, deixou de ser uma associação e se transformou em uma empresa de consultoria na área. Os dois coordenadores da associação, após terem sido contatados, não demonstraram muito engajamento em auxiliar nessa pesquisa, por terem desacreditado na contribuição das indústrias de pellets a pesquisas.

Uma outra grande dificuldade foi a falta de adesão das indústrias ao questionário enviado, o que levou a um tamanho não muito relevante de amostra para análise. Deste modo, os resultados e as conclusões obtidas podem ter um erro considerável quando inferido a todas as indústrias de pellets brasileiras. Esta falta de adesão pode ser consequência de alguns fatores: seja pela falta de consideração à pesquisa científica brasileira, pela falta de organização e dados da própria empresa para responder um questionário ou, ainda, pelo falso meio de contato divulgado pelas indústrias.

## 6 CONCLUSÕES

Identificar o estado atual de um ramo industrial requer uma pesquisa e estudos intensos, com um período de tempo adequado e com a cooperação das empresas. Apesar das dificuldades, a pesquisa realizada conseguiu mapear as empresas produtoras de pellets do Brasil através de pesquisas em artigos.

Um segundo objetivo dessa pesquisa foi a definição das estratégias de operação a serem estudadas na indústria de pellets. Após estudos e baseado em artigos, decidiu-se por focar em 4 aspectos: qualidade, custo, localização e capacidade produtiva. Esses aspectos foram escolhidos para o estudo pela facilidade de serem estudados e por possibilitar uma correlação entre eles.

Outro objetivo da pesquisa foi levantar dados das indústrias a respeito de alguns dos aspectos das estratégias de operações. Esse objetivo foi alcançado, apesar de que a amostra coletada não é relevante estatisticamente. Porém, dois aspectos das estratégias de operação ficam claros com a pesquisa: a importância das dimensões de desempenho custo e qualidade para esse ramo industrial.

A partir dos resultados qualitativos e quantitativos obtidos, pode-se inferir que as empresas de grande porte utilizam alguma norma de qualidade vigente, como por exemplo a ENplus. Isto se deve ao fato de que essas indústrias visam a exportação de seus produtos para a Europa, visto que é o mercado de maior demanda mundial. Portanto, se alguma das outras empresas pretende aumentar suas vendas, é certo que precisarão seguir alguma norma de qualidade internacional, como pode ser verificado em alguns artigos utilizados como embasamento desta pesquisa.

A questão do custo de transporte também é um fator importante a ser considerado. Apesar de todas as indústrias terem respondido que se localizam perto de seus fornecedores de matéria-prima, algumas delas se localizam a grandes distâncias de seus clientes finais. Praticamente todas as empresas responderam que os custos de transporte são muito representativos no custo final do produto, apesar do pellet ser considerado um produto de fácil transporte. Desta maneira, pode-se inferir que esta é uma situação geral de todas as empresas produtoras de pellets no Brasil e representa um obstáculo a ser superado por elas.

Por fim, o objetivo geral de identificar a condição atual das indústrias de pellets em relação às estratégias de operação foi atingido. Apesar da grande disponibilidade de biomassa, o Brasil não consegue se desenvolver nesse setor a ponto de se tornar um *player* mundial do mercado de pellets. Infelizmente, a pesquisa não consegue explicar os motivos que tornam este mercado tão pouco desenvolvido no país.

Alguns outros fatores ainda podem ser analisados, sendo objetos de estudo de futuras pesquisas e dando continuidade ao tema desenvolvido pelo presente trabalho. A influência do custo da energia elétrica e impostos no custo do pellet brasileiro podem ser alguns desses fatores a serem pesquisados e analisados, assim como a comparação entre o custo do pellet brasileiro e o produzido no exterior e a busca de soluções para a redução de custos da produção brasileira.



## REFERÊNCIAS

ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília, 2013.

ALAKANGAS, E.; PAJU, P. **Wood pellets in Finland - technology, economy, and market OPET Report 5**. Jyväskylä, 2002.

AMOAKO-GYAMPAH, K.; BOYE, S. S. Operations strategy in an emerging economy: the case of the Ghanaian manufacturing industry. **Journal of Operations Management**, v. 19, p. 59–79, 2001. Disponível em: <[https://ac.els-cdn.com/S0272696300000462/1-s2.0-S0272696300000462-main.pdf?\\_tid=e0103537-626c-48e0-87bb-d2149cb7e5d6&acdnat=1527867171\\_3eb9da7629fd1cb49e912cb542a7b45d](https://ac.els-cdn.com/S0272696300000462/1-s2.0-S0272696300000462-main.pdf?_tid=e0103537-626c-48e0-87bb-d2149cb7e5d6&acdnat=1527867171_3eb9da7629fd1cb49e912cb542a7b45d)>. Acesso em: 1/6/2018.

ANDERSON, J. C.; CLEVELAND, G.; SCHROEDER, R. G. Operations Strategy: A Literature Review. **Journal of Operations Management**, v. 8, n. 2, p. 133–158, 1989. Disponível em: <[https://ac.els-cdn.com/0272696389900168/1-s2.0-0272696389900168-main.pdf?\\_tid=6e979f3b-d35e-434a-a8b5-1ea4ded96bc8&acdnat=1527863175\\_673af835d285d55f75efe934c305edd7](https://ac.els-cdn.com/0272696389900168/1-s2.0-0272696389900168-main.pdf?_tid=6e979f3b-d35e-434a-a8b5-1ea4ded96bc8&acdnat=1527863175_673af835d285d55f75efe934c305edd7)>. Acesso em: 1/6/2018.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às Ciências Sociais**. 7ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2010.

BRIGNALL, T. J.; FITZGERALD, L.; JOHNSTON, R.; SILVESTRO, R. Performance Measurement in Service Businesses. , v. 69, n. 10, p. 34–36, 1991.

CARVALHO, T. Especialista internacional mostrou visão global sobre mercado de Biomassa durante CIBIO 2017. **Biomassa BR**, 2017. Disponível em: <<http://www.biomassabr.com/bio/resultadonoticias.asp?id=4371>>. Acesso em: 13/10/2017.

CHILDERHOUSE, P.; AITKEN, J.; TOWILL, D. R. Analysis and design of focused demand chains. **Journal of Operations Management**, v. 20, p. 675–689, 2002. Disponível em: <[https://ac.els-cdn.com/S0272696302000347/1-s2.0-S0272696302000347-main.pdf?\\_tid=156571d8-c718-40af-a4f7-aaf663471ec6&acdnat=1527439863\\_2b12f4b99a32a3986a26f3b3649e4cea](https://ac.els-cdn.com/S0272696302000347/1-s2.0-S0272696302000347-main.pdf?_tid=156571d8-c718-40af-a4f7-aaf663471ec6&acdnat=1527439863_2b12f4b99a32a3986a26f3b3649e4cea)>. Acesso em: 27/5/2018.

CHONG, H.; WHITE, R. E.; PRYBUTOK, V. Relationship among organizational support JIT implementation, and performance. **Industrial Management and Data System**, v. 101, n. 6, p. 273–280, 2001.

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2017: relatório gerencial**. Brasília, 2017.

CORBETT, L. M. Benchmarking manufacturing performance in Australia and New Zealand. **Benchmarking for Quality Management & Technology**, v. 5, n. 4, p. 271–282, 1998. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/14635779810245134>>. Acesso em: 1/6/2018.

CORTEZ, L.; LORA, E.; GÓMEZ, E. **Biomassa para Energia**. Campinas: Editora da Unicamp, 2008.

CROSBY, P. **Quality is free: The art of making quality certain**. 6th ed. New York: McGraw-Hill, 1979.

DEMIRBAG, M.; TATOGLU, E.; GLAISTER, K. W.; ZAIM, S. Measuring strategic decision making efficiency in different country contexts: A comparison of British and Turkish firms. **Omega**, v. 38, p. 95–104, 2010. Disponível em: <[https://ac.els-cdn.com/S0305048309000358/1-s2.0-S0305048309000358-main.pdf?\\_tid=451394a4-f5df-4123-b3c0-6b868824dfb7&acdnat=1527441353\\_02e275eac722834257a08ba2c808446d](https://ac.els-cdn.com/S0305048309000358/1-s2.0-S0305048309000358-main.pdf?_tid=451394a4-f5df-4123-b3c0-6b868824dfb7&acdnat=1527441353_02e275eac722834257a08ba2c808446d)>. Acesso em: 27/5/2018.

DIAS, S. L. V.; CAULLIRAUX, H. M.; ANTUNES JR, J. A. V.; LACERDA, D. P. Alinhamento entre sistemas de produção, custo e indicadores de desempenho: um estudo de caso. **Revista Produção Online**, v. 7, n. 2, p. 144–169, 2007.

DOYLE, A.; LEWIS, B. With landmark climate accord, world marks turn from fossil fuels. **Reuters**, 2015. Disponível em: <<http://www.reuters.com/article/us-climatechange-summit/with-landmark-climate-accord-world-marks-turn-from-fossil-fuels-idUSKBN0TV04L20151212>>. .

ESCOBAR, J. F. **A produção sustentável de biomassa florestal para energia no Brasil: O caso dos pellets de madeira**, 2016. USP.

EUROSTAT. Roundwood, fuelwood and other basic products. Disponível em: <<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/hui/submitViewTableAction.do>>. Acesso em: 12/10/2017.

FILIPPINI, R. Operations management research: some reflections on evolution, models and empirical studies in OM. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 7, p. 655–670, 1997.

FLEURY, P. F. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento do fluxo de produtos e dos recursos**. São Paulo: Atlas, 2003.

FONSECA, F. E. A. DA; ROZENFELD, H. Medição de desempenho para a gestão do ciclo de vida de produtos: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, v. 12, n. 1, p. 159–184, 2012.

FORNELL, C. Satisfaction Barometer: The Swedish Experience. **Journal of Marketing**, v. 56, p. 6–21, 1992.

FREUND, J. E. **Estatística aplicada: economia, administração e contabilidade**. 11ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

GARCIA, D. P.; CARASCHI, J. C.; VENTORIM, G.; HENRIQUE, F.; VIEIRA, A. Trends and Challenges of Brazilian Pellets Industry Originated from Agroforestry. **CERNE**, v. 22, n. 3, p. 233–240, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cerne/v22n3/2317-6342-cerne-22-03-00233.pdf>>. Acesso em: 24/8/2017.

GARVIN, D. A. What does product quality really mean? **Sloan Management Review**, p. 25–43, 1984. Disponível em: <<https://sloanreview.mit.edu/article/what-does-product-quality-really-mean/>>. .

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Retrospectiva da produção e consumo de energia no Brasil e no mundo. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, p. 7–20, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a02v2159>>. Acesso em: 23/8/2017.

GONZÁLEZ-BENITO, J.; SUÁREZ-GONZÁLEZ, I. A Study of the Role Played by Manufacturing Strategic Objectives and Capabilities in Understanding the Relationship between Porter's Generic Strategies and Business Performance. **British Journal of Management**, v. 21, p. 1027–1043, 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-8551.2008.00626.x>>. Acesso em: 27/5/2018.

HAWKINS WRIGHT. The global outlook for wood pellet markets, 2017. Hawkins Wright. Disponível em: <[https://www.pellet.org/wp-content/uploads/2017/07/Fiona\\_Matthews.pdf](https://www.pellet.org/wp-content/uploads/2017/07/Fiona_Matthews.pdf)>. Acesso em: 12/10/2017.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring Our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing**. New York: John Wiley and Sons, 1984.

IPCC. **Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation**. 2011.

JUNGINGER, M.; VISSER, L.; ROOZEN, A.; MAI-MOULIN, T.; DIAZ-CHAVEZ, R. **Supporting a Sustainable European Bioenergy Trade Strateg. Progress report on Wp 3 case studies Brazil**. 2015.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada**. 4ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

LEE, C. K. H.; CHOY, K. L.; LAW, K. M. Y.; HO, G. T. S. Application of intelligent data management in resource allocation for effective operation of manufacturing systems. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 33, p. 412–422, 2014. Disponível em: <[https://ac.els-cdn.com/S027861251400017X/1-s2.0-S027861251400017X-main.pdf?\\_tid=244e1adc-dcc1-48d2-9862-af8792d4882c&acdnat=1527444433\\_6c6edf38e02eee2aba98b3fa843ec6fe](https://ac.els-cdn.com/S027861251400017X/1-s2.0-S027861251400017X-main.pdf?_tid=244e1adc-dcc1-48d2-9862-af8792d4882c&acdnat=1527444433_6c6edf38e02eee2aba98b3fa843ec6fe)>. Acesso em: 27/5/2018.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanço Energético Nacional 2004, Ano Base 2003**. República Federativa do Brasil, 2004.

MINTZBERG, H. Patterns in strategy formulation. **Management Science**, v. 24, n. 9, p. 934–48, 1978.

NATH, P.; NACHIAPPAN, S.; RAMANATHAN, R. The impact of marketing capability, operations capability and diversification strategy on performance: A resource-based view. **Industrial Marketing Management**, v. 39, p. 317–329, 2008. Disponível em: <[https://ac.els-cdn.com/S0019850108001326/1-s2.0-S0019850108001326-main.pdf?\\_tid=ed416f3e-51c2-4036-b199-2b7347eb8ef4&acdnat=1527445005\\_d9258d01adf745c0343c8f16e92c61b4](https://ac.els-cdn.com/S0019850108001326/1-s2.0-S0019850108001326-main.pdf?_tid=ed416f3e-51c2-4036-b199-2b7347eb8ef4&acdnat=1527445005_d9258d01adf745c0343c8f16e92c61b4)>. Acesso em: 27/5/2018.

NEELY, A. **Measuring business performance**. Londres: The Economist Books, 1998.

NEELY, A.; ADAMS, C.; KENNERLEY, M. **The Performance Prism: The Scorecard for Measuring and Managing Stakeholder Relationship**. Londres: Prentice Hall, 2002.

NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design: A literature review and research agenda. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 15, n. 4, p. 80–116, 1995. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/01443579510083622>>. Acesso em: 30/5/2018.

OKOSHI, C. Y. **Indicações da Estratégia de Operações Fundamentada na Análise de Indicadores de Desempenho**, 2017. PUC-PR. Disponível em: <<papers://ae99785b-2213-416d-aa7e-3a12880cc9b9/Paper/p13121>>. .

OLIVEIRA, C. M. **Biomassa Bioenergia Briquete WoodPellets**. 1ª ed. Curitiba: ABIB Brasil; IBP Pellets; Brasil Biomassa, 2016.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PLATTS, K. W.; GREGORY, M. J. Manufacturing Audit in the Process of Strategy Formulation. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 10, n. 9, p. 5–26, 1990. Disponível em: <<https://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/EUM000000001264>>. Acesso em: 1/6/2018.

POWER TECHNOLOGY. Drax Power Station, Cleanest And Most Efficient Coal-Fired Power Station In the United Kingdom. Disponível em: <<http://www.power-technology.com/projects/drax/>>. Acesso em: 31/10/2017.

QUÉNO, L. R. M. **Produção De Pellets De Madeira No Brasil: Estratégia, Custo E Risco Do Investimento**, 2015. Universidade de Brasília.

RADNOR, Z. J.; BARNES, D. Historical analysis of performance measurement and management in operations management. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 56, n. 5/6, p. 384–396, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/17410400710757105//>>. Acesso em: 28/5/2018.

ROCHA, S. **Estatística geral e aplicada para cursos de Engenharia**. 2ª ed. São Paulo: Atlas S.A., 2015.

ROTH, A. V; GRAY, A. E.; SINGHAL, J.; SINGHAL, K. Internation Technology and Operations Management: Resource Toolkit for Research and Teaching. **Production and Operations Management**, v. 6, n. 2, p. 167–187, 1997. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1937-5956.1997.tb00424.x>>. Acesso em: 27/5/2018.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.

TERENCE, A. C. F.; FILHO, E. E. Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais. **XXVI ENEGEP**, 2006. Fortaleza.

THRÄN, D.; PEETZ, D.; SCHAUBACH, K.; et al. **Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017**. IEA Bioenergy Task 40, 2017.

UOL. Greve dos caminhoneiros: a cronologia dos 10 dias que pararam o Brasil. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/bbc/2018/05/30/greve-dos-caminhoneiros-a-cronologia-dos-10-dias-que-pararam-o-brasil.htm>>. Acesso em: 16/6/2018.

WBA. FES 2030 after COP 21 (Paris): Fossil Exit Strategy 2030. , 2016. World Bioenergy Association. Disponível em: <[http://www.worldbioenergy.org/uploads/WBA\\_FES\\_paper.pdf](http://www.worldbioenergy.org/uploads/WBA_FES_paper.pdf)>. Acesso em: 13/10/2017.

## APÊNDICE A – INDÚSTRIAS DE PELLETS DO BRASIL

### Quadro 5 - Relação de indústrias de pellets do Brasil.

Referência	Nº	Indústria	Cidade	UF	Capacidade (kt/ano)	Produção (kt/ano)	Início	Situação Atual	
ABIB (2016)	1	Briquepar	Telêmaco Borba	PR	10	-	-	Produzindo	
	2	PelletBraz	Porto Feliz	SP	20	-	-	Produzindo	
	3	Piomade	Farroupilha	RS	6	-	-	Produzindo	
	4	Koala Energy	Rio Negrinho	SC	24	-	-	Produzindo	
	5	Ecopell	Itaju	SP	24	-	-	Produzindo	
	6	Cosan	Jaú	SP	140	-	-	Produzindo	
	7	TCF Pellets	Piên	PR	100	-	-	Produzindo	
	8	Biopellets Brasil	Lins	SP	72	-	-	Produzindo	
	9	Araupel	Quedas do Iguaçu	PR	12	-	-	Produzindo	
	10	BR Biomassa	Maringá	PR	22,5	-	-	Suspenso	
	11	EcoXPellets	Bandeirantes	PR	22,5	-	-	Suspenso	
	12	Linea Pellets	Sengés	PR	24	-	-	Suspenso	
	13	Wood Tradeland	Tunas	PR	24	-	-	Suspenso	
	14	Resisul	Itapeva	SP	12	-	-	Desenvolvendo	
	15	Tanac Pellets	Montenegro	RS	400	-	-	Desenvolvendo	
	16	Pellets Nordeste	-	CE	36	-	-	Desenvolvendo	
	17	Tibagi Pellets	Tibagi	PR	12	-	-	Produzindo	
	18	Biofogo Pellets	Ressaquinha	MG	12	-	-	Desenvolvendo	
	19	Co-pellets	Palmital	SP	12	-	-	Produzindo	
	20	EcoPellets	São José dos Campos	SP	1,125	-	-	Suspenso	
	21	Green Pellets	Bocaiúva do Sul	PR	24	-	-	Suspenso	
	22	Battistela Pellets	Rio Negrinho	SC	6	-	-	Suspenso	
	23	Pelican Pellets	Guaratinguetá	SP	36	-	-	Desenvolvendo	
	24	ERB Brasil	São Paulo	SP	24	-	-	Desenvolvendo	
	25	International Biomass	RJ/MG/ES			400	-	-	Desenvolvendo
	26	Finagro Pellets	Pinheiro Machado	RS	400	-	-	Desenvolvendo	
	27	Pellets São Borja	São Borja	RS	36	-	-	Desenvolvendo	
	28	Copacol Pellets	Loanda	PR	12	-	-	Desenvolvendo	
	29	Biobrasa	Telêmaco Borba	PR	6	-	-	Desenvolvendo	
	30	Transbema Madeiras	São José dos Ausentes	RS	120	-	-	Desenvolvendo	
	31	Caraíba Bioenergy	Palmeiras	SC	24	-	-	Desenvolvendo	
	32	GSW Energia	-	PA	36	-	-	Desenvolvendo	
Escobar (2016)	1	Briquepar	Telêmaco Borba	PR	7	5	2004	Produzindo	
	2	PelletsBraz	Porto Feliz	SP	12	5	2004	Produzindo	
	3	Piomade	Farroupilha	RS	4	2	2010	Produzindo	
	4	Koala Energy	Rio Negrinho	SC	60	30	2008	Produzindo	
Escobar (2016)	5	Ecopel	Itaju	SP	23	0	2008	Parado	
	6	Cosan	Jaú	SP	175	0	2015	Suspenso	
	7	Timber S.A.	Piên	PR	45	6	2012	Produzindo	

Continuação

Referência	Nº	Indústria	Cidade	UF	Capacidade (kt/ano)	Produção (kt/ano)	Início	Situação Atual
Escobar (2016)	8	Biopellets	Lins	SP	30	2	2010	Produzindo
	9	ARAUEPEL Pellets	Queda do Iguaçu	PR	6	5	2014	Produzindo
	10	BR Biomassa	Maringá	PR	23	0	2008	Parado
	11	Ecoxpellets	Bandeirantes	PR	38	0	2010	Parado
	12	Línea Paraná	Sengés	PR	30	0	2008	Suspenso
	13	Wood Tradeland	Tunas	PR	24	0	2009	Parado
	14	Resisul Pellets	Itapeva	SP	3	2	2012	Produzindo
	15	Tanac Pellets	Rio Grande	RS	80	0	2015	Desenvolvendo
	16	Pellets Nordeste	Recife	PE	60	0	2015	Desenvolvendo
	33	Energia Futura	Benedito Novo	SC	9	5	2007	Produzindo
	34	Iemol Pellets	S. João B. Vista	SP	3	2	2014	Produzindo
	35	Vale Tibagi	Telêmaco Borba	PR	7	5	2014	Produzindo
	36	Chamape Pellets	Vale Real	RS	3	2	2014	Produzindo
	37	Raízen Pellets	Jaú	SP	120	0	2015	Suspenso
	38	Forespel	São José Ausentes	RS	100	0	2015	Desenvolvendo
	39	Incobio Pellets	Concórdia	SC	12	4	2015	Produzindo
ABIPEL (2016)	1	Briquepar Lenha Ecológica	Telêmaco Borba	PR	-	-	-	-
	2	Pelletbraz	Porto Feliz	SP	-	-	-	-
	3	Piomade	Farroupilha	RS	-	-	-	-
	4	Koala Energy	Rio Negrinho	SC	-	-	-	-
	5	Ecopell	Itaju	SP	-	-	-	-
	7	Timber Creek	Piên	PR	-	-	-	-
	8	Biopellets	Lins	SP	-	-	-	-
	9	Araupel pellets	Quedas do Iguaçu	PR	-	-	-	-
	10	BR Biomassa	Maringá	PR	-	-	-	-
	11	Ecoxpellets	Bandeirantes	PR	-	-	-	-
	12	Línea Paraná	Sengés	PR	-	-	-	-
	13	Wood Tradeland	Itaperuçu	PR	-	-	-	-
	14	Resisul Florestal	Itapeva	SP	-	-	-	-
	17	Tibagi Pellets	Tibagi	PR	-	-	-	-
	18	Biofogo Energia Renovável	Ressaquinha	MG	-	-	-	-
	33	Energia Futura	Benedito Novo	RS	-	-	-	-
40	Elbra	Timbó	SC	-	-	-	-	
41	Energia Verde Renovável	Curitibanos	SC	-	-	-	-	
Biomassa BR (2017)	42	Ecoxpellets	Meleiro	SC	-	-	-	-
	43	CETEC	Arapongas	PR	60 (t/dia)	-	2001	Produzindo
	44	Ecoenergia	Curitibanos	SC	-	-	-	-

Fonte: adaptado de ABIB (2016), Escobar (2016), ABIPEL (2016) e Biomassa BR (2017).

## APÊNDICE B – EMPRESAS PROCURADAS PARA ENVIO DO QUESTIONÁRIO

**Quadro 6 - Relação de indústrias contatadas.**

Nº	Nome da indústria	Cidade	UF	Contato	Questionário enviado?
1	Briquepar Lenha Ecológica	Telêmaco Borba	PR	contato@briquepar.com.br – E-MAIL INVÁLIDO	SEM CONTATO
2	Pelletbraz	Porto Feliz	SP	<a href="http://www.pelletbraz.com.br/contato">http://www.pelletbraz.com.br/contato</a>	SIM
3	Piomade	Farrroupilha	RS	piomade@piomade.com.br	SIM
4	Koala Energy	Rio Negrinho	SC	<a href="https://koalaenergy.com.br/atendimento">https://koalaenergy.com.br/atendimento</a>	SIM
5	Ecopell	Itaju	SP	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
6	Cosan	Jaú	SP	falecosan@cosan.com	SIM
7	Timber Creek	Piên	PR	contato@tcfpellets.com.br	SIM
8	Biopellets	Lins	SP	valmir.siviero@biopelletsbrasil.com.br	SIM
9	Araupel pellets	Quedas do Iguaçu	PR	<a href="http://www.araupel.com.br/contato/fale-conosco/">http://www.araupel.com.br/contato/fale-conosco/</a>	SIM
10	BR Biomassa	Maringá	PR	deusmoreira77@gmail.com	SIM
11	Ecoxpellets	Bandeirantes	PR	<a href="http://ecoproducts.ws/contato/">http://ecoproducts.ws/contato/</a>	SIM
12	Línea Paraná	Sengés	PR	peessoas@linea.com.br	SEM CONTATO
13	Wood Tradeland	Itaperuçu	PR	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
14	Resisul Florestal	Itapeva	SP	zico@resisul.com.br	SIM
15	Tanac Pellets	Montenegro	RS	tanac@tanac.com.br	SIM
16	Pellets Nordeste	-	CE	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
17	Tibagi Pellets	Tibagi	PR	adriano@valedotibagi.com.br	SIM
18	Biofogo Energia Renovável	Ressaquinha	MG	biofogo@city10.com.br	SIM
19	Co-pellets	Palmital	SP	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
20	Green Pellets	Bocaiúva do Sul	PR	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
21	Battistela Pellets	Rio Negrinho	SC	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
22	Pelican Pellets	Guaratingueta	SP	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
23	ERB Brasil	São Paulo	SP	contato@erbrasil.com.br – E-MAIL INVÁLIDO	SEM CONTATO
24	International Biomass	RJ/MG/ES		EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
25	Finagro Pellets	Pinheiro Machado	RS	info@finagro.com.br	SIM
26	Pellets São Borja	São Borja	RS	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
27	Copacol Pellets	Loanda	PR	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
28	Biobrasa	Telêmaco Borba	PR	<a href="http://www.biobrasa.com.br/index.php?controller=contact">http://www.biobrasa.com.br/index.php?controller=contact</a>	SIM
29	Transbema Madeiras	São José dos Ausentes	RS	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
30	Caraíba Bioenergy	Palmeiras	SC	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
31	GSW Energia	-	PA	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO



Continuação

<b>Nº</b>	<b>Nome da indústria</b>	<b>Cidade</b>	<b>UF</b>	<b>Contato</b>	<b>Questionário enviado?</b>
32	Energia Futura	Benedito Novo	RS	<a href="http://energiafutura.com.br/contato.php">http://energiafutura.com.br/contato.php</a>	SIM
33	Iemol Pellets	S. João B. Vista	SP	contato@iemol.com.br - E-MAIL INVÁLIDO	SEM CONTATO
34	Vale do Tibagi	Telêmaco Borba	PR	adriano@valedotibagi.com.br	SIM
35	Chamape Pellets	Vale real	RS	<a href="https://www.chamape.com.br/contato">https://www.chamape.com.br/contato</a>	SIM
36	Forespel	São José dos Ausentes	RS	contato@forespel.com	SIM
37	Incobio Pellets	Concórdia	SC	<a href="http://incobio.com.br/contato-2/">http://incobio.com.br/contato-2/</a>	SIM
38	Elbra	Timbó	SC	Contato não encontrado	SEM CONTATO
39	Energia Verde Renovável	Curitibanos	SC	EMPRESA NÃO ENCONTRADA	SEM CONTATO
40	Ecopellets	Meleiro	SC	contato@ecopellets.com.br	SIM
41	CETEC	Arapongas	PR	cetec@cetecbr.com	SIM
42	Ecoenergia	Curitibanos	SC	contato@ee.ind.br	SIM

## APÊNDICE C – TABELA DE NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA

Tabela 7 - Valor absoluto mínimo para o coeficiente de correlação  $r$  de Pearson ser significativo.

Nível de significância, $\alpha$ , num teste unilateral						
	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001
Nível de significância, $\alpha$ , num teste bilateral						
$n$	0,200	0,100	0,050	0,020	0,010	0,002
5	0,687	0,805	0,878	0,934	0,959	0,986
6	0,608	0,729	0,811	0,882	0,917	0,963
7	0,551	0,669	0,754	0,833	0,875	0,935
8	0,507	0,621	0,707	0,789	0,834	0,905
9	0,472	0,582	0,666	0,750	0,798	0,875
10	0,443	0,549	0,632	0,715	0,765	0,847
11	0,419	0,521	0,602	0,685	0,735	0,820
12	0,398	0,497	0,576	0,658	0,708	0,795
13	0,380	0,476	0,553	0,634	0,684	0,772
14	0,365	0,458	0,532	0,612	0,661	0,750
15	0,351	0,441	0,514	0,592	0,641	0,730
16	0,338	0,426	0,497	0,574	0,623	0,711
17	0,327	0,412	0,482	0,558	0,606	0,694
18	0,317	0,400	0,468	0,543	0,590	0,678
19	0,308	0,389	0,456	0,529	0,575	0,662
20	0,299	0,378	0,444	0,516	0,561	0,648
21	0,291	0,369	0,433	0,503	0,549	0,635
22	0,284	0,360	0,423	0,492	0,537	0,622
23	0,277	0,352	0,413	0,482	0,526	0,610
24	0,271	0,344	0,404	0,472	0,515	0,599
25	0,265	0,337	0,396	0,462	0,505	0,588
26	0,260	0,330	0,388	0,453	0,496	0,578
27	0,255	0,323	0,381	0,445	0,487	0,568
28	0,250	0,317	0,374	0,437	0,479	0,559
29	0,245	0,311	0,367	0,430	0,471	0,550
30	0,241	0,306	0,361	0,423	0,463	0,541
35	0,222	0,283	0,334	0,392	0,430	0,504
40	0,207	0,264	0,312	0,367	0,403	0,474
45	0,195	0,248	0,294	0,346	0,380	0,449
50	0,184	0,235	0,279	0,328	0,361	0,427
60	0,168	0,214	0,254	0,300	0,330	0,391
70	0,155	0,198	0,235	0,278	0,306	0,363
80	0,145	0,185	0,220	0,260	0,286	0,340
90	0,136	0,174	0,207	0,245	0,270	0,322
100	0,129	0,165	0,197	0,232	0,256	0,305

Fonte: Barbetta (2010).

# ANEXO A – QUESTIONÁRIO ENVIADO ÀS INDÚSTRIAS DE PELLETS

## Estado atual da Indústria de Pellets do Brasil

O estudo a seguir visa compreender o estado atual da indústria de pellets do Brasil em algumas questões simples.

Vale ressaltar que NENHUMA informação será utilizada para caracterização das indústrias individualmente. O que se busca entender com a presente pesquisa é o panorama geral desse ramo industrial no Brasil.

\*Obrigatório

1. Nome da empresa: \*Não será divulgado

---

2. Segue alguma norma de qualidade de pellets? Se sim, qual? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- ISO 17225-2
- ENplus
- DIN 51735
- Não segue nenhuma norma

3. A empresa possui testes de qualidade da matéria-prima? Ex.: teste de umidade, composição química. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

4. A empresa possui testes de qualidade do produto acabado? Ex.: teste de umidade. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

5. O transporte da matéria-prima é um fator de alta influência no custo final dos pellets? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

6. O transporte do produto acabado é um fator de alta influência no custo final dos pellets? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

**7. Qual a capacidade instalada da empresa? \****Marcar apenas uma oval.*

- 0-10.000 toneladas/ano
- 10.000-20.000 toneladas/ano
- 20.000-40.000 toneladas/ano
- Acima de 40.000 toneladas/ano

**8. Qual a produção média anual? \****Marcar apenas uma oval.*

- 0-5.000 toneladas/ano
- 5.000-15.000 toneladas/ano
- 15.000-25.000 toneladas/ano
- Acima de 25.000 toneladas/ano

**9. Qual a distância entre a empresa e os fornecedores de matéria-prima?***Marcar apenas uma oval.*

- 0-300 km
- 300-600 km
- 600-900 km
- mais de 900 km

**10. Qual a distância entre a empresa e os clientes/exportadores?***Marcar apenas uma oval.*

- 0-300 km
- 300-600 km
- 600-900 km
- mais de 900 km

## ANEXO B – E-MAIL ENVIADO COM O QUESTIONÁRIO DA PESQUISA

Assunto: Pesquisa sobre o Mercado Nacional de Pellets

Prezados da **Empresa**,

Somos pesquisadores do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e estamos pedindo a sua participação em nossa pesquisa. Em nossa pesquisa sobre bioenergia, tratamos da situação atual das indústrias de pellets do Brasil e investigamos o porquê dessas indústrias não conseguem acompanhar o crescimento produtivo mundial de pellets. Com esta perspectiva, viemos por meio deste e-mail pedir que considere o questionário online enviado. Com este questionário pretendemos, como já dito anteriormente, coletar e analisar dados referentes à situação atual das indústrias brasileiras de pellets. Pedimos muito que colabore respondendo o questionário, pois esta pesquisa, se tiver boa adesão dos participantes, pode ser de extrema importância para o desenvolvimento das indústrias de pellets no Brasil.

Ressaltamos que **NENHUMA INFORMAÇÃO E DADOS DOS PARTICIPANTES SERÃO EXPOSTOS COMO FORMA DE CARACTERIZAÇÃO DA SUA EMPRESA NESTE TRABALHO**. Também gostaríamos de esclarecer que este trabalho estará disponível para os participantes que aderirem ao questionário.

Pedimos novamente que, por gentileza, responda o questionário. Assim, **estará ajudando no desenvolvimento acadêmico e industrial brasileiro**.

### LINK PARA O QUESTIONÁRIO:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeWxiarmW7uSuiA8TVHQ8Fhx9p6JKD1-OmGinI2jbnI-iRxQ/viewform>

Atenciosamente,  
Eduardo Westphal da Cunha  
Guilherme Dering Barddal  
Profa. Dra. Cleina Yayoe Okoshi

