

OBSTÁCULOS PARA A ADOÇÃO DA SIMBIOSE INDUSTRIAL NO DISTRITO INDUSTRIAL DE MARACANAÚ: INSIGHTS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

ALAN BANDEIRA PINHEIRO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

ANA CARLA CAVALCANTE DAS CHAGAS
CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO- UNIFAMETRO

SILVANA MARIA DE SOUSA DOS SANTOS
CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO- UNIFAMETRO

SARA MARTINS SILVA
CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO - UNIFAMETRO

FRANCISCO MATEUS DE ABREU LOPES
CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO- UNIFAMETRO

OBSTÁCULOS PARA A ADOÇÃO DA SIMBIOSE INDUSTRIAL NO DISTRITO INDUSTRIAL DE MARACANAÚ: *INSIGHTS* PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

1 INTRODUÇÃO

Devido à economia em expansão, ao rápido crescimento da população e à alta urbanização, a geração de resíduos sólidos nas cidades de países em desenvolvimento tem aumentado (RATHORE; SARMAH, 2019; TUN; JUCHELKOVÁ, 2018). Diante desse contexto, os países emergentes e desenvolvidos têm se preocupado com a adoção de práticas sustentáveis, visando o não comprometimento dos recursos naturais para as próximas gerações. Assim, as indústrias têm desenvolvido ações para reduzir a geração de resíduos sólidos, como através da simbiose industrial (SOKKA et al., 2010).

O conceito de simbiose foi proposto pela primeira vez pelo biólogo alemão Antin Debarry em 1897 (ZHANG et al., 2017) e está sendo gradualmente usado na ecologia industrial através da analogia biológica para os ecoparques industriais (HARDY; GRAEDEL, 2002). A simbiose industrial é o engajamento de indústrias, tradicionalmente separadas, em que ocorrem trocas de materiais, energia, água e subprodutos (CHERTOW, 2007), gerando vantagem competitiva a nível econômico, ambiental e social.

O primeiro ecoparque industrial a seguir o modelo de simbiose industrial no mundo foi o parque industrial de Kalundborg, na Dinamarca (CHERTOW, 2000; EHRENFELD; GERTLER, 1997). Ele forneceu uma prova de que o conceito de simbiose industrial funciona na prática (JACOBSEN, 2006). Neste parque, as trocas de subprodutos e resíduos surgiram por comunicação espontânea entre as indústrias (DESROCHERS, 2001; KAISER, 1999).

Na América do Norte e na Europa existem projetos de simbiose industrial sendo desenvolvidos e implantados em alguns ecoparques industriais (BOONS; SPELLINK; MOUZAKITIS, 2011). Todavia, nos países emergentes, como o Brasil, os parques industriais estão sendo construídos com pouca preocupação pela eficiência dos recursos e impactos ambientais (MASSARD; HEINZ; TRAN, 2018).

Nessa perspectiva, o presente estudo se justifica uma vez que a maioria dos parques industriais brasileiros possui problemas com gestão de resíduos (CEGLIA; ABREU; SILVA FILHO, 2017), sendo a América Latina uma região inexpressiva em termos de projetos de ecoparques industriais (TREVISAN et al., 2016). Portanto, o gerenciamento de resíduos sob a perspectiva de ganhos econômicos, ambientais e sociais é relevante a nível empresarial e governamental. Além disso, essa pesquisa contribui com a identificação dos obstáculos para a adoção da simbiose, sendo útil para a tomada de decisão dos gestores públicos do distrito industrial de Maracanaú.

Diante disso, os distritos industriais brasileiros precisam antecipar-se às tendências de simbiose para poderem estar aptos a competir no mercado internacional (NASCIMENTO; CASAGRANDE JÚNIOR; MORAES, 2006). Ademais, no Brasil, a simbiose industrial ainda é um tema desconhecido no mundo acadêmico e dos negócios (ARAÚJO et al., 2013). Assim, o estudo pretende contribuir com a literatura de simbiose industrial no Brasil, bem como evidenciar os principais obstáculos, na visão dos gestores, para a adoção da simbiose industrial em Maracanaú, o principal parque industrial do estado do Ceará (CEARÁ, 2004).

Nesse sentido, a pergunta direcionadora da pesquisa é: *quais são os principais obstáculos para a adoção da simbiose industrial no distrito industrial de Maracanaú?* Assim, o objetivo geral é identificar os principais obstáculos para a adoção da simbiose industrial no distrito industrial de Maracanaú. Para tanto, a pesquisa possui como objetivos específicos: analisar quais são as transações simbióticas já realizadas no distrito industrial de Maracanaú,

conhecer as dificuldades e obstáculos enfrentados pelas indústrias locais, inerentes a essas transações e descrever os domínios de funcionamento para a simbiose industrial em Maracanaú.

Para se alcançar os objetivos pretendidos, o estudo possui abordagem qualitativa e realizou cinco entrevistas semiestruturadas das com gestores estratégicos do distrito industrial de Maracanaú, no Ceará. O questionário foi elaborado com base nas leituras prévias do tema e das questões apontadas por Mirata (2004), Leigh e Li (2014), Golev, Corder e Giurco (2014), e Li et al. (2015). A análise de dados se deu pelo método de análise de conteúdo e pela técnica de categorização por nuvens de palavras.

Para a formulação teórica e prática, esse artigo encontra-se segmentado em cinco partes, partindo desta introdução. A segunda seção apresenta a revisão da literatura, que está estruturada em simbiose industrial, estudos prévios de simbiose no mundo e o distrito industrial de Maracanaú. Já a terceira seção exhibe os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa. Em seguida, os resultados e as discussões são apresentados na quarta seção. E, por fim, a última seção faz as considerações finais do estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Simbiose Industrial

O termo simbiose refere-se às relações simbióticas da biologia, em que, pelo menos, duas espécies se relacionam mutuamente, como algas e fungos, resultando em líquens. Dessa forma, trocando elementos que podem ser benéficos para ambas as partes (DIMIJIAN, 2000). No entanto, a simbiose também pode ocorrer no meio empresarial, com trocas de materiais, resíduos e energia entre diferentes entidades. Diante disso, as empresas trabalham por um benefício coletivo que é maior que a soma dos benefícios individuais (CÔTE; HALL, 1995; MARTIN et al, 1996; CHERTOW, 2000).

Conforme Manahan (1999), a simbiose industrial é uma relação altamente interdependente entre duas empresas, trocando materiais e/ou energia de forma mutuamente vantajosa. Assim, cada uma contribuindo para o processo produtivo da outra indústria. A adoção da simbiose por parte das indústrias traz como benefícios a redução de custos, consequentemente um aumento da receita, aumento da disponibilidade de recursos críticos, redução de danos ao meio ambiente (NTASIOU; ANDREOU, 2017). Além disso, o acesso ao conhecimento tecnológico e ao processo de tomada de decisão de outras indústrias são outras vantagens (ZHU; RUTH, 2014).

Em virtude desses benefícios percebidos pelas indústrias, diversas práticas de simbiose industrial têm sido evidenciadas pelo mundo, como em Kalundborg, na Dinamarca (EHRENFELD; GERTLER, 1997; CHERTOW, 2000), sendo o primeiro caso de simbiose no mundo. O conceito de simbiose tem sido implementado em vários países, como Áustria (SCHWARZ; STEININGER, 1997), Holanda (BAAS, 1998), México (YOUNG, 1999), Finlândia (KORHONEN, 2000), Escócia (HARRIS; PRITCHARD, 2004), Estados Unidos (GIBBS; DEUTZ; PROCTOR, 2005), China (ZHU et al, 2008; ZHANG et al., 2010; YU; HAN; CUI, 2015), Brasil (VEIGA; MAGRINI, 2009; CEGLIA; ABREU; SILVA FILHO, 2016), Egito (SAKR et al., 2011) e Itália (TADDEO et al., 2017).

A simbiose industrial é empregada mais adequadamente para distritos industriais, dado que a proximidade geográfica é um dos critérios para a existência da simbiose (CHERTOW, 2000). Assim, a localização geográfica é um fator no cálculo da transação comercial, uma vez que os custos de transporte aumentam diretamente com a distância (LOMBARDI & LAYBOURN, 2012). Consoante Lombardi e Laybourn (2012) a simbiose industrial envolve diversas organizações em uma rede que promove a eco-inovação e a mudança na cultura organizacional.

Além disso, a simbiose industrial requer que o distrito industrial seja visto como um sistema integrado. Dessa forma, cada indústria procura aperfeiçoar o uso de materiais, desde os insumos até os produtos finalizados (CHERTOW, 2000). A simbiose industrial é mais bem definida como um processo (BOONS; SPELLINK; MOUZAKITIS, 2011), no qual as atividades em simbiose industrial são moldadas pelo contexto cognitivo, estrutural, cultural e político em que está inserida (BAAS, 2008).

A simbiose industrial, uma das principais áreas da ecologia industrial, difundiu-se em várias partes do mundo como uma prática que pode reduzir o impacto ecológico dos processos industriais (BOONS et al., 2017). Diante disso, pesquisadores do mundo todo têm publicado artigos que discutem empiricamente casos de ocorrência da simbiose industrial. Nesse sentido, os países que mais publicaram, de 1995 a 2014, a respeito desta temática foram: China, Estados Unidos, Austrália, Dinamarca, Reino Unido, Finlândia, Japão, Coreia do Sul, Suécia e Holanda, respectivamente (CHERTOW; PARK, 2016).

Não obstante, para a adoção da simbiose industrial as indústrias devem superar obstáculos (BEERS et al. 2008). Esses obstáculos podem ser agrupados em sete categorias: compromisso com o Desenvolvimento Sustentável (DS), informação, cooperação, tecnologia, regulação, comunidade e economia (GOLEV; CORDER; GIURCO, 2014). O Quadro 1 apresenta a descrição de cada um desses obstáculos. Assim, a ausência dessas categorias nas empresas, constitui-se como obstáculos para a adoção da simbiose industrial entre indústrias.

Quadro 1 – Obstáculos para a simbiose industrial.

Categorias	Descrição
1. Compromisso com o DS	Estratégia organizacional, metas e medidas de desempenho devem motivar os gerentes a desenvolver e participar dos projetos de sinergia, contribuindo para o desenvolvimento sustentável na empresa e na região.
2. Informação	Os dados qualitativos e quantitativos detalhados sobre fluxos de resíduos das indústrias fornecem o ponto de partida para o desenvolvimento de sinergias regionais.
3. Cooperação	A cooperação e confiança entre os principais atores, compartilhamento de informações e rede de desenvolvimento são fatores cruciais para novos projetos de sinergia. Um órgão de coordenação (por exemplo, conselho interindustrial) pode contribuir significativamente para isso.
4. Técnica	A viabilidade técnica é uma condição indispensável para existir sinergias. A falta de conhecimento técnico dentro das indústrias pode ser uma barreira para um novo projeto. Isso pode ser compensado envolvendo uma consultoria ou organização de pesquisa, como universidade.
5. Regulação	As incertezas na legislação ambiental e as dificuldades para obter aprovações para projetos de reutilização de resíduos das autoridades reguladoras também podem ser obstáculos para as sinergias.

Fonte: Elaborada pelos autores (2020), com base em Golev, Corder e Giurco (2014).

2.2 O distrito industrial de Maracanaú

Os distritos industriais podem ser definidos como aglomeração geográfica não aleatória de indústrias com capacidades de produção semelhantes ou complementares (ELLISON; GLAESER, 1994; RICHARDSON, 1972; MASKELL; LORENZEN, 2004). A fundamentação original dos distritos industriais baseia-se na criação de economias externas de escala com alto

grau de especialização do trabalho (BRUSCO, 1991; BELUSSI; CALDARI, 2008). Nesse sentido, a pesquisa utilizou como unidade de análise o distrito industrial de Maracanaú.

Em 1967, durante o governo de Costa e Silva no Brasil, ocorreu a inauguração do distrito industrial de Maracanaú, no Ceará. No entanto, sua ocupação efetiva se deu na década de 1980 com os maiores incentivos governamentais para a instalação de novas indústrias, gerando mudanças sociais, geográficas e econômicas. Desde a sua criação, a produção industrial do distrito destina-se tanto para o estado do Ceará, quanto para outros estados brasileiros e o exterior (CEARÁ, 2004).

O distrito industrial de Maracanaú, localizado na região metropolitana de Fortaleza, foi o primeiro distrito industrial do Ceará, estado que abriga quadro distritos industriais (CEARÁ, 2004). O distrito de Maracanaú é o principal distrito do estado e conta com um total de 81 indústrias instaladas de vários setores da indústria, empregando cerca de quinze mil pessoas. 50% dos empregados são moradores da própria cidade de Maracanaú (MARACANAÚ, 2011). Desse modo, percebe-se a importância desse distrito para o desenvolvimento da cidade de Maracanaú.

Essas 81 indústrias estão divididas em 14 setores da indústria. Dessa maneira, existem quinze indústrias químicas, treze indústrias têxteis, doze indústrias metal-mecânica, sete indústrias de confecção, sete indústrias de plásticos, cinco indústrias alimentícias, três indústrias de cerâmicas, três indústrias de papel e celulose, duas indústrias de bebidas, duas indústrias de equipamentos eletrônicos, uma indústria de colchão, uma indústria de couro, uma indústria de ração e nove distribuidoras. O setor de maior participação é o químico, representando 18,51% do total de indústrias (MARACANAÚ, 2011).

As indústrias instaladas no distrito são de porte pequeno, médio e grande, com predominância dos setores têxtil, químico e metalúrgico. Essas indústrias ocupam diferentes áreas físicas que variam de 0,69ha a 52,52ha. A atividade industrial representa 55,43% do Produto Interno Bruto (PIB) de Maracanaú. O município possui a segunda maior arrecadação de Impostos sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) do estado do Ceará (MAGALHÃES NETO, 2013).

3 METODOLOGIA

Essa pesquisa caracteriza-se como qualitativa, uma vez que os métodos científicos utilizados não se baseiam em análise e medição numérica (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). A pesquisa qualitativa apresenta explicações teóricas detalhadas sobre os fenômenos sociais (VIEIRA; ZOUAIN, 2005). Quanto aos fins, o estudo é exploratório e descritivo, porque além de explorar o problema, de modo a obter as informações para uma investigação mais precisa, a pesquisa também descreve o objeto de estudo analisado (VERGARA, 2015). Quanto aos meios, a pesquisa é classificada como uma pesquisa de campo, já que a pesquisa de campo é aquela com objetivo de analisar informações e conhecimentos acerca do fenômeno, para o qual se procura uma resposta (GIL, 2002).

3.1 Instrumento

O instrumento utilizado para a coleta de dados foi um roteiro de perguntas elaborado a partir de estudos prévios sobre simbiose industrial: Golev, Corder e Giurco (2014). O roteiro foi composto por 15 perguntas abertas, na qual as quatro primeiras referiam-se às características pessoais dos entrevistados, e as outras onze questões referiam-se às questões técnicas da pesquisa. As entrevistas semiestruturadas seguiram esse roteiro de perguntas.

Nesse sentido, as perguntas elaboradas visaram investigar quais as trocas de subprodutos já existiam entre a indústria e outras indústrias do distrito, quais as dificuldades

nesse processo de transação, se existiam custos com esse processo de troca e quais seriam esses custos, qual a relação entre a indústria e a federação das indústrias do Estado, como ocorre a comunicação entre as indústrias do distrito e como ocorre o tratamento dos resíduos sólidos e perigosos da indústria.

3.2 Participantes

Os sujeitos participantes da pesquisa foram selecionados pela facilidade de acesso e contato. Entretanto, procurou-se mesclar a seleção de sujeitos para obter uma variedade de indústrias e perfis dos entrevistados. Assim, foram escolhidas indústrias de setores diferentes, uma vez que uma maior heterogeneidade de indústrias em um distrito industrial pode facilitar as trocas simbióticas, como também aumentar a probabilidade de encontrar indústrias adequadas para as trocas (STERR; OTT, 2004).

A pesquisa entrevistou cinco gestores de indústrias de grande porte do distrito industrial de Maracanaú, consoante Quadro 2. Esses gestores ocupavam cargos estratégicos e diretamente ligados ao setor da produção, qualidade ou sustentabilidade. A média de idade dos entrevistados foi de 46 anos, sendo entrevistados três homens e duas mulheres.

Quadro 2 – Unidade de análise e entrevistados.

Indústria	Setor da indústria	Cargo do entrevistado	Idade	Sexo
I1	Têxtil	Gerente geral de manutenção e engenharia	60	M
I2	Plástico	Diretor industrial	38	M
I3	Papel	Analista de sistema de gestão integrada	35	F
I4	Químico	Gerente de qualidade e processo	33	F
I5	Metalúrgica	Diretor de suprimentos	63	M

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

3.3 Coleta e análise dos dados

O agendamento das entrevistas foi realizado através do setor de RH de cada indústria, por contato telefônico e via *e-mail*. As entrevistas foram realizadas internamente no próprio local de trabalho do entrevistado, durante o horário de trabalho e de acordo com a conveniência de cada um dos cinco sujeitos. Após as entrevistas, os gestores acompanharam os pesquisadores até a parte externa, para que eles conhecessem os resíduos gerados pela atividade industrial da indústria.

Antes de iniciar cada entrevista, os pesquisadores apresentaram o objetivo da pesquisa e, em seguida, foi pedida a autorização para a entrevista ser gravada. Assim, as entrevistas foram gravadas em um gravador de voz da marca Sony com a autorização dos entrevistados, mediante assinatura, em duas vias, do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, consoante recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). As entrevistas foram realizadas nos meses de maio e junho de 2019.

Cada entrevista durou, em média, 35 minutos. Após a sua realização, todas as cinco entrevistas foram transcritas no *software* Microsoft Word, resultando em um total de 2 horas e 58 minutos transcritos. Acerca do tratamento dos dados coletados, foi realizada a técnica de análise de conteúdo. Essa técnica foi útil para a construção de categorias, definidas a partir das falas dos participantes.

A técnica de análise de conteúdo tem como objetivo o estudo e análise da comunicação das falas de maneira objetiva, sistemática e quantitativa (MARTINS, 2006). A análise de

conteúdo foi realizada em três etapas: pré análise, que correspondeu à coleta e organização dos dados. Em seguida, aconteceu a exploração do material transcrito, envolvendo a descrição analítica das entrevistas, bem como a contagem e categorização de palavras recorrentes nos discursos dos entrevistados. E, por fim, a terceira etapa consistiu no tratamento dos dados, gerando inferências, *insights* e interpretações.

Diante disso, essa pesquisa foi constituída de quatro fases. Na fase 1 ocorreu a revisão bibliográfica sistemática e a elaboração da pergunta de pesquisa e objetivo geral. Na fase 2 foi desenvolvido o roteiro de perguntas, a partir do referencial teórico lido e escrito previamente. Já na fase 3 ocorreu o contato com as indústrias, a realização das entrevistas e suas transcrições. A análise e a interpretação dos dados coletados ocorreram na fase 4 da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a leitura e interpretação das entrevistas transcritas, foram mapeadas as categorias presentes em cada uma das entrevistas. Desse modo, pôde-se criar a Tabela 1. Essa tabela expressa o número de vezes em que cada categoria foi citada pelo entrevistado. Assim, é possível perceber que o obstáculo cooperação entre indústria-federação e indústria-indústria foi o mais citado pelos participantes, apenas deixando de ser citado na indústria do setor de papel.

Tabela 1 – Número de vezes das categorias esperadas.

Categorias esperadas	I1	I2	I3	I4	I5	Total
1.Compromisso com o DS	0	0	0	0	0	0
2.Informação	4	3	3	1	2	13
3.Cooperação	2	2	0	6	5	15
4.Técnica	2	0	0	1	0	3
5.Regulação	0	0	1	1	0	2

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

O segundo obstáculo mais citado foi à informação, indicando que a falta de informação acerca do que a outra indústria possui dificulta a adoção da simbiose industrial. O obstáculo técnico foi citado pela indústria têxtil e química. Já a regulação foi citada duas vezes pelo setor de papel e o químico. E a categoria compromisso com o Desenvolvimento Sustentável não foi encontrado em nenhuma das entrevistas analisadas.

Diante disso, os dados revelam que o obstáculo da cooperação é fundamental para a adoção da simbiose industrial no distrito industrial de Maracanaú. A cooperação pode se dar entre indústrias ou entre indústria e federação ou associação das indústrias. A cooperação entre as indústrias predominantemente acontece quando elas estão enfrentando sérios desafios juntas. Em muitos casos, a coordenação deve partir de um nível mais alto, como a federação das indústrias ou associação dos empresários, para o nível das indústrias (GOLEV; CORDER; GIURCO, 2014). O Quadro 3 apresenta os trechos das entrevistas que citam a cooperação como um obstáculo para a simbiose industrial.

Quadro 3 – Principais citações referentes à cooperação como obstáculo

Participante	Citação
---------------------	----------------

I2	"A relação entre as indústrias aqui é bem falha. Tipo, as indústrias não confiam para cooperar com as outras. Acho que para ter essa simbiose deveria ter algum órgão de cima para incentivar as indústrias".
I4	"A gente não tem essa simbiose todo aí, eu não vejo. Cada empresa trabalha no seu quadrado e tenta seguir a legislação. Acho que fazem aquilo, porque tem que cumprir a documentação, mas de fato (...) não sei se as indústrias se preocupam muito".
I5	"Tinha que ter um puxador para resolver este tipo de assunto e não tem uma pessoa que puxe, então não tem como fazer, porque nem todo mundo sabe o que os outros geram".

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Em relação à informação, os gestores percebem a importância de conhecer o que a outra indústria gera de resíduos para existir a troca ou venda desses. Eles alegam que não conhecem o processo produtivo de indústrias próximas. Para tanto, a indústria metalúrgica acredita que deveria existir um estudo, a fim de conhecer o que cada indústria do distrito necessita para produzir. Da mesma maneira, a indústria química (I4) afirmou que seria útil uma central online, especificando quais são os resíduos, suas características e sua quantidade para informar as outras indústrias.

Nesse sentido, o participante da indústria metalúrgica (I5) acredita que um dos benefícios de se saber o que o outro manda para o aterro sanitário é a redução de custos. Para ele, se as empresas tivessem essa informação, seriam reduzidos os custos com transporte e os custos com a contratação da empresa de coleta. Além desses benefícios econômicos, é perceptível o benefício ambiental e social. Por exemplo, a simbiose industrial reduz o uso de recursos naturais e de emissões poluentes, bem como melhora as relações com partes externas e gera novos empregos, ajudando a criar um ambiente mais seguro e limpo (MIRATA, 2004). O Quadro 4 apresenta algumas citações dos entrevistados quanto ao fator informação.

Quadro 4 – Principais citações referentes à informação como obstáculo

Participante	Citação
I1	"Aqui não tem informação. Mas, lá em São Paulo, por exemplo, como eu fiz, eu cuidava dessa parte e listei os meus resíduos e fiz um leilão".
I2	"Eu vejo como uma grande barreira a falta de informação. Eu não sei nada sobre o processo produtivo do meu vizinho. Uma indústria aqui do lado pode mandar para o aterro o que eu poderia usar como insumo aqui".
I5	"Mas a coisa maior que eu vejo é o conhecimento dos resíduos de cada empresa. Para isso daí deveria ter um estudo. Dá para melhorar muito e reduzir os custos das empresas".

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Consoante Golev, Corder e Giurco (2014), a barreira econômica é percebida quando as indústrias não visualizam a redução de custos com insumos na cadeia de suprimentos. Em contrapartida, se elas entendem que os resíduos podem ser recursos valiosos, então essa categoria se torna um fator motivador. Dessa maneira, em todas as entrevistas foi constatado que os participantes acreditam que se não existir um benefício econômico na simbiose industrial, não seria viável para a indústria. A indústria têxtil (I1) afirmou que se existisse uma indústria dentro de Maracanaú que comprasse o ácido dela, então ela não teria o custo de transporte para levar até Natal, no Rio Grande do Norte.

O Quadro 5 mostra algumas citações dos entrevistados em relação à barreira técnica. Foi possível diagnosticar que apenas a indústria têxtil e química apresentou essa barreira no seu discurso. Conforme Li et al. (2015), a ausência de novas tecnologias e a falta de conhecimento técnico são barreiras para a adoção da simbiose industrial. Diante disso, a indústria têxtil (I1) acredita que os resíduos seriam aproveitados eficientemente se existisse o desenvolvimento de pessoas e tecnologia. O participante dessa indústria sugere que conhecimento estrangeiro poderia auxiliar na implantação da simbiose em Maracanaú.

Na fala da entrevistada da indústria química (I4) foi possível detectar que, na visão dela, deveria existir uma central, onde os dados acerca dos resíduos das outras indústrias pudessem ser consultados com facilidade. No entanto, a entrevistada afirmou que essa central não poderia ser dentro de uma indústria específica, uma vez que as indústrias preservam seus dados e informações diante da concorrência. Desse modo, existem oportunidades de trocas de resíduos são reconhecidas, mas as indústrias preferem seguir o procedimento técnico padrão e não arriscar novas sinergias para se tornar a pioneira na simbiose no distrito industrial.

Quadro 5 – Principais citações referentes às técnicas como obstáculo

Participante	Citação
I1	"Eu acho que não só no distrito de Maracanaú, mas em vários estados, é importante ter pessoas e tecnologias para reciclar ou para outro tipo de destino, que não seja o aterro sanitário".
I1	"Na sede da federação tem um radar da indústria. Eles trouxeram cearenses que estavam em universidades de ponta nos EUA para ajudar. Eles deveriam trazer esse conhecimento estrangeiro para essa questão também".
I4	"Eu acho se tivesse um laboratório central, onde todos possam utilizar e saber dos resíduos das outras indústrias. Mas, a gente ceder nosso espaço para a concorrência já fica um pouco indelicado".

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

As questões de regulação foram apresentadas como barreiras pela indústria de papel (I3) e pela indústria química (I4). De acordo com Golev, Corder e Giurco (2014), a barreira de regulação ocorre no distrito de Gladstone, na Austrália, quando a reciclagem e o reuso de resíduos são parte integral da legislação. De fato, se são exemplificados casos de simbiose industrial na legislação, facilitando o transporte de resíduos entre empresas vizinhas, facilitaria as trocas simbióticas entre indústrias.

Nessa perspectiva, a participante da indústria de papel (I3) desconhece que exista uma legislação para facilitar a simbiose industrial no distrito de Maracanaú. Ela afirma que as práticas de transporte de resíduos são restritas. Já a indústria química (I4) afirma que a indústria segue as normas legais, entretanto garante que existe disfunções da burocracia que prejudicam o andamento das ações simbióticas entre indústrias. O Quadro 6 apresenta as citações dos comentários sobre legislação.

Quadro 6 – Principais citações referentes à legislação como obstáculo

Participante	Citação
I3	"Você só pode transportar resíduos se você tiver um caminhão credenciado, se tiver licença ambiental. Tudo é bem restrito. A SEMACE e a SEUMA não permite transportar sem a licença deles. Agora, eu não vejo legislação sobre essa simbiose aí".
I4	"A adequação a legislação, eu acho que é muita papelada, muita burocracia, né? Eu vou muito pelas documentações, garanto ali pelo menos que a empresa está certinha, mas mesmo assim acho um empecilho muito grande".

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Embora a coleta de dados tenha sido feita com base nas categorias encontradas por Goley, Corder e Giurco (2014), novas categorias emergiram quando os dados foram analisados. A Tabela 2 apresenta o número de vezes e as indústrias em que essas novas categorias foram diagnosticadas.

Tabela 2 – Número de vezes das novas categorias.

Novas categorias	I1	I2	I3	I4	I5	Total
Comunicação	0	0	0	2	1	3
Governo	0	1	1	1	1	4
Infraestrutura	3	2	0	1	0	6

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Ao analisar a Tabela 2, é verificado que as questões de infraestrutura do distrito industrial foram citadas seis vezes pela indústria têxtil, indústria de plásticos e pela indústria química. Já a categoria governo foi levantada por quatro indústrias do distrito. A ausência de comunicação foi citada como obstáculo para a simbiose industrial por três vezes pela indústria química e pela indústria de metais. Essa última também citou o número baixo de resíduos como obstáculo para a simbiose. O Quadro 9 apresenta algumas citações dos entrevistados para cada uma das novas categorias.

Quadro 9 – Principais citações referentes às novas categorias

Categoria	Citação
Comunicação	"Eu não tenho só os resíduos sólidos, eu tenho os gases. Eu tenho que me preocupar com o descarte, então tem toda essa preocupação desde o início, né? Eu não sei em relação às outras empresas, porque elas não têm comunicação" (I4).
Governo	"No caso do governo, aqui a gente faz parceria com a CAGECE. Eu não vejo a prefeitura ou estado do CE atuando nessas questões com a gente. Sempre é bem vindo qualquer incentivo do governo" (I3).
Infraestrutura	"Aqui a gente tem problemas básicos e muito básicos e o pessoal tá vendo lá na lua, né? Alguem tá fazendo e não podemos ficar atrás da Europa (...) Porque eles não têm os problemas que temos aqui, saneamento. Olha as estradas para chegar aqui" (I1).

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Diante desse panorama, os dados apontam que a ausência de comunicação entre as indústrias do distrito é um obstáculo para a adoção da simbiose industrial. A indústria química (I4) afirmou que a comunicação acontece nas reuniões da federação, no entanto elas não realizadas com objetivo de troca de resíduos. Quanto ao governo, ele pode ser um obstáculo para a simbiose industrial, já que segundo a indústria de papel, ela não vê o governo tratando das questões de simbiose. Assim, o incentivo da prefeitura de Maracanaú e do estado do Ceará seria importante para a formalização de um programa de trocas de resíduos entre as indústrias.

As indústrias entrevistadas também apontaram para a infraestrutura do distrito para se ter uma simbiose industrial. Conforme a indústria têxtil, questões básicas como saneamento básico e asfalto nas estradas para acessar o distrito não foram superadas. Portanto, sem uma infraestrutura adequada que forneça condições de trocas entre indústrias até de modo subterrâneo, torna-se mais difícil a adoção da simbiose.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi identificar os obstáculos para a adoção da simbiose industrial no distrito industrial do Maracanaú, a partir do modelo desenvolvido por Golev, Corder e Giurco (2014). Verificou-se, na pesquisa realizada, que a principal barreira foi falta de cooperação entre as próprias indústrias e das indústrias com a federação do Estado. Diversas vezes a federação foi citada pelos entrevistados como estimuladora de ações e reuniões mensais, mas não diretamente relacionada à simbiose industrial.

A informação foi a segunda maior barreira encontrada, uma vez que as indústrias não têm uma integração entre si, tornando assim, mais difícil conhecer e ter informações sobre o que cada uma dessas indústrias produz de resíduos. E, como enfatizado pelo entrevistado do setor têxtil, devido à falta de informação, as indústrias acabam perdendo dinheiro. Com a presença de informações, as indústrias poderiam vender o seu resíduo por um valor mais significativo para as outras indústrias que precisam do seu resíduo para transformá-lo em matéria-prima. Ademais, elas poderiam reduzir os custos de transporte para o descarte correto se, de fato, a simbiose ocorre no distrito.

Assim, as indústrias que têm resíduos que podem ser reutilizados, mesmo doando-os como *inputs* para outras indústrias, ainda é mais vantajoso economicamente do que pagar pelos altos custos de transporte e licenças ambientais para o descarte correto nos aterros controlados. Nesse contexto, verifica-se que a adoção da simbiose industrial pelas indústrias do distrito industrial de Maracanaú traria benefícios de ordem social, ambiental e econômica, como redução de custos, conseqüentemente, um aumento da receita, aumento da disponibilidade de recursos críticos, redução de danos ao meio ambiente e relação de proximidade com a comunidade e os outros *stakeholders*.

Levando em consideração que a simbiose industrial funciona através da cooperação entre empresas geograficamente agrupadas, uma alternativa interessante dentro do viés desse trabalho e que intensifica uma gestão de excelência é a consolidação de um mapeamento dos processos produtivos das indústrias envolvidas na SI, dessa forma, uma otimização seria criada, as falhas desses processos seriam colocadas em evidência, e em paralelo a elaboração de propostas de modificação dos mesmos. O modelo utilizado como base para o desenvolvimento deste trabalho possui cinco categorias. Contudo, a categoria acerca do compromisso com o desenvolvimento sustentável não foi encontrada em nenhuma das entrevistas realizadas, sendo possível concluir que essa categoria não é significativa para não ocorrência da simbiose nesse distrito.

No entanto, foi possível identificar três novas categorias que contribuem para a dificuldade da troca de resíduos entre essas indústrias, sendo: infraestrutura a mais citada, seguida de governo e comunicação. Em relação à infraestrutura, destacou-se que existem problemas básicos que ainda não foram solucionados. Ao destacar o governo, existe sempre uma desconfiança, pois este não busca oferecer melhorias para as indústrias, sem que haja algum tipo de interesse político ou custos.

Ainda, acredita-se que essas novas categorias que foram encontradas, podem ter relação com o ambiente institucional de um país emergente, já que em contextos emergentes existe uma maior necessidade de melhores condições de infraestrutura e incentivos fiscais. Assim, diferentes ambientes institucionais podem ter um efeito nas práticas de responsabilidade social corporativa (SOARES et al, 2018). Além disso, acredita-se que a falta de comunicação entre as indústrias pode refletir um traço da própria cultura do país. As falas dos entrevistados revelaram que eles acreditam que ao abrir uma comunicação com outras indústrias, a empresa pode estar repassando informações críticas para a concorrência.

Como limitação deste trabalho, destaca-se a quantidade de indústrias analisadas, especialmente devido às dificuldades encontradas para o contato com essas indústrias. Para

estudos futuros, sugere-se realizar entrevistas com a federação da indústria e agentes governamentais, buscando identificar suas percepções dos fatores que ocasionam essas barreiras da simbiose industrial nesse distrito. Além disso, outra recomendação é ampliar os setores da indústria analisados.

Espera-se que este trabalho tenha contribuído, em termos acadêmicos, com a identificação de novos obstáculos para a adoção da simbiose industrial. E, em termos gerenciais, espera-se que essa pesquisa possa dar subsídio para a presença da federação e da associação das indústrias para o desenvolvimento da simbiose industrial não apenas no estado do Ceará, mas em outros estados do Brasil. Por fim, espera-se fomentar o debate acerca da simbiose industrial nos distritos industriais brasileiros, já que é um tema atual e com poucas pesquisas sendo desenvolvidas no país.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. S.; HIDALGA, V.; GIANNETTI, B.F.; ALMEIDA, C.M.V.B. **Ecologia Industrial: um pouco de história**. São Paulo, 03 mar. 2013. Disponível em: <http://www.hottopos.com/regeq12/art2.htm>. Acesso em: 28 mai. 2019.
- BAAS, L. W. Cleaner production and industrial ecosystems: a Dutch experience. **Journal of Cleaner Production**, v.6, n.3, p. 189-197, 1998.
- BAAS, L. Cleaner Production and Industrial Ecology: A Dire Need for 21st Century Manufacturing. In: Misra, K. B. (ed.) **Handbook of Performability Engineering**. Londres: Springer London. p. 139-156, 2008.
- BEERS, D.; BOSSILKOV, A.; CORDER, G.; BERKEL, R. Industrial Symbiosis in the Australian Minerals Industry: The Cases of Kwinana and Gladstone. **Journal of Industrial Ecology**, v.11, n.1, p. 55–72, 2008.
- BELUSSI, F.; CALDARI, K. At the origin of the industrial district: Alfred Marshall and the Cambridge school. **Cambridge Journal of Economics**, v.33, n.2, p. 335–355, 2008.
- BOONS, F.; CHERTOW, M.; PARK, J.; SPEKKINK, W.; SHI, H. Industrial Symbiosis Dynamics and the Problem of Equivalence: Proposal for a Comparative Framework. **Journal of Industrial Ecology**, v.21, n.4, p.938–952, 2017.
- BOONS, F.; SPEKKINK, W.; MOUZAKITIS, Y. The Dynamics of Industrial Symbiosis: A Proposal for a Conceptual Framework Based Upon a Comprehensive Literature Review. **Journal of Cleaner Production**, v.19, p.905–911, 2011.
- BRUSCO S. “La genesi dell’idea di distretto industriale”, In: Pyke F., Becattini G., Sengenber W., **Distretti industriali e cooperazione fra imprese in Italia**, Banca Toscana, 1991.
- CEARÁ. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais do Ceará**. Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), Fortaleza, p. 106. 2004.
- CEGLIA, D.; ABREU, M.C.S.; DA SILVA FILHO, J.C.L. Critical elements for eco-retrofitting a conventional industrial park: Social barriers to be overcome. **Journal of Environment Management**, v.187, p.375–383, 2017.
- CHERTOW, M. R. “Unconverging” industrial symbiosis. **Journal of Industrial Ecology**, v. 1, n. 1, p. 11-30, 2007.
- CHERTOW, M.R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. **Annual Review of Energy and the Environment**, v.25 p.1, p.313-337, 2000.
- CHERTOW, M.; J. Y. PARK. Scholarship and practice in industrial symbiosis: 1989–2014. In: **Taking stock of industrial ecology**, edited by R. Clift and A. Druckman. Cham, Switzerland: Springer International AG. 2016.
- CÔTE, R.P., HALL, J. Industrial parks as ecosystems. **Journal of Cleaner Production**, v.3, p.41-46, 1995.

DESROCHERS, P. Cities and industrial symbiosis: some historical perspectives and policy implications. **Journal of Industrial Ecology**, v. 5, n. 4, p. 29-44, 2001.

DIMIJIAN, G.G. Evolving together: the biology of symbiosis, part 1. **Baylor University Medical Center Proceedings**, v.13 n.3, p.217-226, 2000.

EHRENFELD, J.; GERTLER, N. Industrial ecology in practice: the evolution of interdependence at Kalundborg. **Journal of Industrial Ecology**, v. 1, n. 1, p. 67-79, 1997.

ELLISON, G.; GLAESER, E. L. Geographic concentration in U.S. manufacturing industries: a databoard approach. **NBER Working Papers**, n.4840, 1994.

GIBBS, D.; DEUTZ, P.; PROCTOR, A. Industrial ecology and eco-industrial development: a potential paradigm for local and regional development? **Regional Studies**, v. 39, n.2, p. 171-183, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLEV, A.; CORDER, G. D.; GIURCO, D. P. Barriers to Industrial Symbiosis: Insights from the Use of a Maturity Grid. **Journal of Industrial Ecology**, v.19, n.1, p.141–153, 2014.

HARDY, C.; GRAEDEL, T.E. Industrial ecosystems as food webs. **Journal of Industrial Ecology**, v. 6, n. 1, p. 29-38, 2002.

HARRIS, S.; PRITCHARD, C. Industrial ecology as a learning process in business strategy. **Progress in Industrial Ecology**, v.1, p. 89 –111, 2004.

JACOBSEN, N. B. Industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: a quantitative assessment of economic and environmental aspects. **Journal of Industrial Ecology**, v. 10, n. 1-2, p. 239-255, 2006.

KAISER, J. In this Danish industrial park, nothing goes to waste. **Science**, v.285, n. 5428, p.686, 1999.

KORHONEN, J. **Industrial Ecosystem: Using the Material and Energy Flow Model of An Ecosystem in An Industrial System**. 2000. Tese (Doutorado em Administração e Economia). University of Jyväskylä, Finlândia, 2000.

LEIGH, M.; LI, X. Industrial ecology, industrial symbiosis and supply chain environmental sustainability: a case study of a large UK distributor, **Journal of Cleaner Production**, v.1. n.106, p. 1-12, 2014.

LI, J.; PAN, S.Y.; KIM, H.; LINN, J. H.; CHIANG, P.C. Building green supply chains in eco-industrial parks towards a green economy: Barriers and strategies. **Journal of Environmental Management**, v.162, p.158–170, 2015.

LOMBARDI, D. R.; LAYBOURN, P. Redefining Industrial Symbiosis. **Journal of Industrial Ecology**, v.16, n.1, p. 28–37, 2012.

MAGALHÃES NETO, F. **A Gestão ambiental no distrito industrial I de Maracanaú - Região metropolitana de Fortaleza-CE**. 2013. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2013.

MANAHAN, S. **Industrial ecology: environmental chemistry and hazardous waste**. Washington, DC: Lewis Publishers; 1999.

MARACANAÚ, Prefeitura Municipal. Nasser Hissa Arquitetos Associados Ltda. **Documento Básico do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Maracanaú**. Maracanaú, CE, 2011.

MARTIN, S.A.; WEITZ, K.A.; CUSHMAN, R.A.; SHARMA, A.; LINDROOTH, R.C.; MORAN, S.R. Eco-industrial Parks: a Case Study and Analysis of Economic, Environmental Technical and Regulatory Issues. **Research Triangle Institute**, North Carolina, USA. P. 1-276, 1996.

MARTINS, G. A. **Estudo de caso – uma estratégia de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas. 2006.

MASKELL, P.; LORENZEN, M. The cluster as market organization. **Urban Studies**, v. 41, p. 991-1009, 2004.

MASSARD G.; HEINZ, L.; TRAN, D.D. Standards requirements and a roadmap for developing eco-industrial parks in Vietnam. **Journal of Cleaner Production**, n.188, p. 80-91, 2018.

MIRATA, M. Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: determinants and coordination challenges. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, n.8-10, p. 967-983, 2004.

NASCIMENTO, D.E.; CASAGRANDE JÚNIOR, E.F.; MORAES, L.R. Parque Eco-Industrial: uma discussão sobre o futuro dos distritos industriais brasileiros. In: XII SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção. GEPROS, 2006, Bauru. **Anais...Bauru**, GEPROS, Ano 1, n. 2, p. 97-109, 2006.

NTASIOU M.; ANDREOU, E. The Standard of Industrial Symbiosis. Environmental Criteria and Methodology on the Establishment and Operation of Industrial and Business Parks. **Procedia Environmental Sciences**, v.38, p.744–751, 2017.

RATHORE, P.; SARMAH, S. P. Modeling transfer station locations considering source separation of solid waste in urban centers: A case study of Bilaspur city, India. **Journal of Cleaner Production**, v.211, p.44–60, 2019.

RICHARDSON, G. B. The organization of industry, **Economic Journal**, v.82, p. 883–897, 1972.

SAKR, D.; BAAS, L.; EL-HAGGAR, S.; HUISINGH, D. Critical success and limiting factors for eco-industrial parks: global trends and Egyptian context. **Journal of Cleaner Production**, v.19, n.11, p. 1158–1169, 2011.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2013.

SOARES, R. A.; PINHEIRO, A. B.; ABREU, M. C. S.; MARINO, P. B. L. P. Efeito do Sistema Financeiro na Evidenciação Socioambiental de Empresas em Países Emergentes e Desenvolvidos. **Enfoque Reflexão Contábil**, v. 37, n. 2, p. 21-35, 2018.

SOKKA, L.; LEHTORANTA, S.; NISSINEN, A.; MELANEN, M. Analyzing the Environmental Benefits of Industrial Symbiosis. **Journal of Industrial Ecology**, v.15, n.1, p. 137–155, 2010.

STERR, T.; OTT, T. The industrial region as a Promising unit for eco-industrial development – reflections, practical experience and establishment of innovative instruments to support industrial ecology. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, n.8-10, p.947-965, 2004.

TADDEO, R.; SIMBOLI, A.; MORGANTE, A.; ERKMAN, S. The Development of Industrial Symbiosis in Existing Contexts. Experiences From Three Italian Clusters. **Ecological Economics**, v.139, p.55–67, 2017.

TREVISAN, M.; NASCIMENTO, F. N.; MADRUGA, L. R. R. G.; NEUTZLING, D. M.; FIGUEIRÓ, P. S.; BOSSLE, M. B. Ecologia industrial, simbiose industrial e ecoparque industrial: conhecer para aplicar. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 11, n. 2, p. 204-215, 2016.

TUN, M.M.; JUCHELKOVÁ, D. Assessment of solid waste generation and greenhouse gas emission potential in Yangon city, Myanmar. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v.20, p. 1397–1408, 2018.

VEIGA, L.B.E.; MAGRINI, A. Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development. **Journal of Cleaner Production**, v.17, p.653–661, 2009.

VERGARA, S.C. **Métodos de pesquisa em administração**. 6ª Ed. São Paulo: Atlas, 2015.

VIEIRA, M. M. F.; ZOUAIN, D. M. **Pesquisa qualitativa em administração– Teoria e prática**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2005.

YOUNG, R.; HURTADO, S. By-product synergy: A case study in Tampico, Mexico. **Journal of Business Administration and Policy Analysis**, v. 1, n.1, p.459–473, 1999.

YU, F.; HAN, F.; CUI, Z. Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China. **Journal of Cleaner Production**, v.87, p.339–347, 2015.

ZHANG, L.; YUAN, Z.; BI, J.; ZHANG, B.; LIU, B. Eco-industrial parks: national pilot practices in China. **Journal of Cleaner Production**, v.18, n.5, p.504–509, 2010.

ZHANG, Y.; DUAN, S.; LI, J.; SHAO, S.; WANG, W.; ZHANG, S. Life cycle assessment of industrial symbiosis in Songmudao chemical industrial park, Dalian, in China. **Journal of Cleaner Production**, v.158, n.1, p.192-199, 2017.

ZHU, Q.; LOWE, E.A.; WEI, Y.; BARNES, D. Industrial symbiosis in China: a case study of the Guitang Group. **Journal of Industrial Ecology**, v.11, n.1, p. 31-42, 2008.

ZHU, J.; RUTH, M. The development of regional collaboration for resource efficiency: A network perspective on industrial symbiosis. **Environment and Urban Systems**, v.44, p.37–46, 2014.