

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MATEUS CANO MARQUES

**DESENVOLVIMENTO DE PARQUES ECO-INDUSTRIAIS: O CASO DE
DOURADOS - MS**

**Dourados - MS
2021**

MATEUS CANO MARQUES

**DESENVOLVIMENTO DE PARQUES ECO-INDUSTRIAIS: O CASO DE
DOURADOS - MS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia da Universidade
Federal da Grande Dourados para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me. Marcos Meurer da Silva

**Dourados - MS
2021**

MATEUS CANO MARQUES

**DESENVOLVIMENTO DE PARQUES ECO-INDUSTRIAIS: O CASO DE
DOURADOS - MS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
a Universidade Federal da Grande Dourados
como parte das exigências para obtenção do
título de
Bacharel em Engenharia de
Produção

BANCA EXAMINADORA



1 Prof. Me. Marcos Meurer da Silva FAEN - UFGD



**Prof. Dr. Carlos Alberto Chuba Machado
FAEN - UFGD**



2 Prof. Me. Karoline Guedes

Departamento de Engenharia – DEP/UEM

Dourados, 13 de dezembro de 2021.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M357d Marques, Mateus Cano
DESENVOLVIMENTO DE PARQUES ECO-INDUSTRIAIS: O CASO DE DOURADOS -
MS [recurso eletrônico] / Mateus Cano Marques. -- 2021.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Marcos Meurer da Silva.
TCC (Graduação em Engenharia de Produção)-Universidade Federal da Grande Dourados,
2021.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Parques Eco-Industriais. 2. Sustentabilidade. 3. Economia Circular. I. Silva, Marcos Meurer
Da. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

DEDICATÓRIA

A todos aqueles que de alguma forma
estiveram e estão próximos de mim,
fazendo esta vida valer cada vez mais a
pena.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares por todo o apoio e incentivo pela conquista dessa graduação, e amigos por toda a parceria e colaboração nos momentos onde o conhecimento precisou ser compartilhado.

Agradeço a Universidade Federal da Grande Dourados, por viabilizar a construção do conhecimento profissional e pessoal por meio da estrutura e vivência que tive na universidade.

RESUMO

A competitividade entre as empresas exige que busquem por alternativas não só na garantia por produtos melhores aos clientes, mas também no que se refere ao processo produtivo sem desperdícios e elevados custos. Ademais, a crescente preocupação com a geração de resíduos decorrentes das atividades industriais tem despertado interesse nas mais diversas áreas conhecimento a fim de mitigar os efeitos negativos causados. Com isso, destaca-se a difusão de conceitos e mecanismos que possibilitam considerar aspectos ambientais, sociais, político-legais e econômicos. A introdução de práticas relacionadas à Economia Circular, Simbiose Industrial e Parques eco-industriais se inserem como práticas que podem auxiliar nesse processo de redução de resíduos por meio de um sistema de trocas de elementos. Inserido neste contexto, este trabalho apresenta como objetivo criar um modelo de implantação de parque eco-industrial, dentro de uma perspectiva que atenda a um país de economia emergente como o Brasil. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura a fim de investigar o tema e compreender características essenciais do objeto de estudo como os modelos de implantação de Parques eco-industriais existentes e as características que configuram e promovam a economia circular e simbiose industrial. Além disso, para o estudo, foram aplicados questionários e estudo de caso para a verificação do modelo proposto. Os resultados mostram uma potencial aplicação do estudo na região de Dourados-MS a partir da apresentação do modelo de implantação e da simbiose industrial estabelecida.

Palavras chaves: Parques Eco-Industriais, Sustentabilidade, Economia Circular.

ABSTRACT

The competitiveness between companies requires that they look for alternatives not only in guaranteeing better products to customers, but also with regard to the production process without waste and high costs. Furthermore, the growing concern with the generation of waste arising from industrial activities has aroused interest in the most diverse areas of knowledge in order to mitigate the negative effects caused. Thus, the dissemination of concepts and mechanisms that make it possible to consider environmental, social, political-legal and economic aspects stand out. The introduction of practices related to Circular Economy, Industrial Symbiosis and Eco-Industrial Parks are inserted as practices that can help in this process of waste reduction through a system of exchange of elements. Inserted in this context, this work aims to create a model for the implementation, questionnaires and a case study were applied to verify the proposed model. The results show a potential application of the on of an eco-industrial park, within a perspective that serves a country with an emerging economy such as Brazil. For that, a literature review was carried out in order to investigate the theme and understand essential characteristics of the object of study, such as the implantation models of existing eco-industrial parks and the characteristics that configure and promote the circular economy and industrial symbiosis. In addition, for the study study in the region of Dourados-MS from the presentation of the implantation model and the established industrial symbiosis.

Keywords: Eco-Industrial Parks, Sustainability, Circular Economy.

ABSTRACTO

La competitividad entre empresas requiere que se busquen alternativas no solo en la garantía de mejores productos a los clientes, sino también en lo que respecta al proceso de producción sin desperdicios y altos costos. Además, la creciente preocupación por la generación de residuos derivados de las actividades industriales ha despertado el interés en las más diversas áreas del conocimiento con el fin de paliar los efectos negativos ocasionados. Así, se destaca la difusión de conceptos y mecanismos que permitan considerar aspectos ambientales, sociales, político-legales y económicos. La introducción de prácticas relacionadas con la Economía Circular, Simbiosis Industrial y Parques Ecoindustriales se insertan como prácticas que pueden ayudar en este proceso de reducción de residuos a través de un sistema de intercambio de elementos. Insertado en este contexto, este trabajo tiene como objetivo crear un modelo para la implementación de un parque eco-industrial, dentro de una perspectiva que sirve a un país con una economía emergente como Brasil. Para ello, se realizó una revisión de la literatura con el fin de investigar el tema y comprender características esenciales del objeto de estudio, como los modelos de implantación de parques eco-industriales existentes y las características que configuran y promueven la economía circular y la simbiosis industrial. Además, para el estudio se aplicaron cuestionarios y un estudio de caso para verificar el modelo propuesto. Los resultados muestran una posible aplicación del estudio en la región de Dourados-MS a partir de la presentación del modelo de implantación y la simbiosis industrial establecida.

Palabras clave: Parques Ecoindustriales, Sostenibilidad, Economía Circular.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação dos resíduos sólidos	18
Figura 2 – Fluxo básico da logística reversa	19
Figura 3 - Metodologia.....	21
Figura 4 – Modelo conceitual final	23
Figura 5 – Simbiose do parque	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição dos respondentes.....	21
Quadro 2 – Fases da implantação	24
Quadro 3 – Avaliação das respostas	29
Quadro 4 – Combinação entre as empresas	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Problemática e justificativa	14
1.2 Objetivo geral	14
1.2.1 Objetivos específicos	14
1.3 Estrutura do trabalho	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 Sustentabilidade industrial.....	15
2.2 Economia circular.....	15
2.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos	17
3 METODOLOGIA.....	21
3.1 Procedimentos metodológicos	21
3.2 Unidade de Análise	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Construção do modelo	23
4.2 Avaliação dos especialistas.....	29
4.3 Estudo de caso do modelo	31
4.3.1 Atores chave.....	32
4.3.2 Governança	32
4.3.3 Instrumentos político-legais.....	32
4.3.4 Conjunto informacional e Matching.....	33
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	38

3 INTRODUÇÃO

A adequada gestão geração de resíduos industriais tem sido pauta de pesquisa científica há décadas, entretanto, nos últimos anos com a ascensão e popularização de diversos conceitos da Ecologia Industrial (EI), tal tema tem recebido maior ênfase na busca por ações que favoreçam a sustentabilidade, ou seja, que seja possível o avanço e desenvolvimento industrial, sem que impactos negativos sejam ocasionados ao meio ambiente (NEWELL; COUSINS, 2015).

Estudos referentes a proposição de mecanismos para a inserção de práticas sustentáveis pelas indústrias são comumente encontrados na literatura. A adoção de medidas relacionadas a Economia Circular (EC), principalmente sobre a geração de *frameworks*, modelos de avaliação de níveis de sustentabilidade industrial, implementação de Parques Eco-Industriais (EIP), aprimoramento de indicadores de desempenho para a Simbiose Industrial (SI) são formas de propor um gerenciamento de resíduos provenientes das indústrias (LIU; COTÉ, 2017; ZHAO HAORAN; ZHAO HUIRU; GUO, 2017; HEIN, 2015; HUANG *et al.*, 2019).

No Brasil, destaca-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, Lei nº 12.305/2010) que possibilitou a regularização quanto ao reaproveitamento de resíduos sólidos, de maneira que ações referentes a logística reversa sejam implementadas a fim de viabilizar a coleta e reaproveitamento dos resíduos pelas empresas, seja no próprio processo produtivo ou para destinação final apropriada (BRASIL, 2010).

De acordo com Soler *et al.*, (2012, p.79) essa política permitiu a inserção de novos conceitos e a determinação de responsabilidades aos geradores de resíduos. Tal política estabelece orientações fundamentais para o fechamento da cadeia de suprimentos para o gerenciamento de diversos produtos. A PNRS estabelece que a destinação final deve ser ambientalmente correta e define as formas de reutilização por meio de reciclagem, recuperação ou compostagem e, determina o agente responsável pela logística reversa.

Segundo Thode Filho *et al.*m (2015), a PNRS surgiu com a perspectiva de diminuir os problemas causados pelos resíduos, sendo que não somente o governo, mas também a indústria e os consumidores são responsáveis pela correta destinação do produto.

3.1 Problemática e justificativa

Apesar de contar com a PNRS para auxiliar as empresas no estabelecimento de medidas sustentáveis, no que tange à pesquisa científica, o Brasil carece de estudos que favoreçam a aplicação dos conceitos de SI, EIP e EC. Em estudos preliminares realizados nas bases de dados internacionais *Web of Science* e *Scopus*, com os termos de busca “*Eco-industrial park, industrials symbiosis e circular economy*”, apenas três trabalhos são de origem brasileira, sendo que nenhum deles apresentam um modelo de implantação ou estudo referente a concepção de parques eco-industriais, ou seja, não há evidências de estudos pautados nessas ideias.

Além disso, poucos estudos tratam conjuntamente de questões relativas aos impactos ambientais, sociais e econômicos. Assim, destaca-se a ausência de trabalhos que possam fornecer uma base para o poder privado e público de proporem mecanismos que promovam os conceitos da ecologia industrial.

3.2 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de implantação de parques eco-industriais que considere aspectos econômicos, ambientais e sociais cujas características se apliquem a um país emergente como o Brasil.

3.2.1 Objetivos específicos

- Identificar os aspectos principais sobre parques eco-industriais quanto às características sociais, econômicos e ambientais;
- Elaborar um modelo de implantação;
- Realizar estudo de caso do modelo proposto.

3.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos. No capítulo 1, é apresentada uma contextualização acerca do assunto, a problemática da pesquisa e justificativa e os objetivos (geral e específicos). No capítulo 2 é exposta uma revisão bibliográfica referente aos temas e conceitos que constituem o trabalho. O capítulo 3 trata da metodologia de pesquisa utilizada. O capítulo 4 refere-se aos resultados obtidos e aplicação do modelo. Por fim, o capítulo 5 apresenta as conclusões sobre o estudo realizado.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Sustentabilidade industrial

Nos anos de 1970 surgiram os primeiros trabalhos acerca da Ecologia Industrial, se aproximando os sistemas industriais dos ecossistemas “naturais”. A ecologia Industrial parte da preocupação dos impactos que as atividades produtivas tinham sobre os ecossistemas, buscando a otimização dos fluxos e a eficiência do emprego de recursos, permitindo o fechamento dos ciclos de produção e consumo (FRANCISCO, 2016).

Segundo Lifset (2002), a Ecologia Industrial possui duas noções. A primeira se relaciona com a inclusão das atividades produtivas no contexto dos ecossistemas. A segunda noção, relaciona o estabelecimento dos ecossistemas naturais, de modo que a energia e os materiais circulam de forma cíclica.

As organizações demandam por matérias primas e geram produtos que podem ser vendidos, além de efluentes que são depositados, dessa maneira o consumo se torna mais eficiente e os resíduos são reaproveitados como matéria prima de um outro processo, surgindo assim o termo ecossistemas industriais (FRANCISCO, 2016).

A Ecologia Industrial possui 3 bases primárias: Meio Ambiente, Economia e Social. O Meio Ambiente é o local onde se retira a matéria prima. A Economia necessita do equilíbrio entre o que é ecologicamente correto e os ganhos financeiros. O Social se refere a qualidade de vida, além do oferecimento de recursos e ferramentas dignas de trabalho (ALVES, 2007).

Segundo Francisco (2016), a Ecologia Industrial é uma contraproposta ao sistema atual que se baseia no processo linear de produção, consumo e descarte. De modo, que o conjunto de empresas que formam um ecossistema industrial, permite a redução da geração de resíduos, sendo algo cíclico em estado de fluxo contínuo.

4.2 Economia circular

A Economia Circular se apresenta como um ciclo positivo de desenvolvimento contínuo, existindo a preservação e o reforço do capital natural. Através da gestão das reservas finitas e dos fluxos renováveis, se dá a otimização dos rendimentos dos recursos e a minimização dos riscos do sistema (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

Chertow (2000) apontou a possibilidade de usar algumas ferramentas para desenvolver a Ecologia Industrial. A Simbiose Industrial e os Parques Eco Industriais são enfatizados como os mais fundamentais, pois os dois integram harmoniosamente com o conceito de ciclo fechado no ecossistema industrial.

Devido ao aumento da geração de resíduos e à escassez de recursos naturais, foi formulada uma estratégia para fechar a circulação de materiais, dentre eles, a Simbiose Industrial se destaca por fornecer recursos e resíduos em troca da produção (LYONS, 2007).

A simbiose usada nesse termo decorre da relação simbiótica que existe na natureza, na qual duas ou mais espécies diferentes e organismos diferentes estão relacionados entre si na forma de troca de energia para fornecer benefícios, materiais ou informações para ambas as partes, de modo que os esforços coletivos excedem o individual (CHERTOW, 2000).

A Simbiose Industrial considera as empresas e suas operações como elementos relacionados, utiliza resíduos gerados por outras empresas no processo de produção, utilizando os recursos de maneira eficaz, realiza um ciclo fechado de utilização de resíduos e promove o desenvolvimento econômico, sustentável e social (CHERTOW; ASHTON; ESPINOSA, 2008).

A rede de simbiose otimiza o fluxo de recursos e minimiza a geração de resíduos, podendo, em comparação com a operação isolada da empresa, alcançar maior desempenho econômico e ambiental. Como resultado, o acesso às matérias-primas é reduzido, a cooperação é melhorada e o impacto ambiental causado pelas atividades de produção é reduzido (CHERTOW; MIYATA, 2011).

Para implementar a simbiose industrial nas atividades do parque eco-industrial, as ações de planejamento devem incluir análise econômica (retorno sobre o potencial de investimento), análise técnica (tecnologia disponível), análise ambiental (determinação dos parâmetros ambientais exigidos) e medidas regulatórias (físicas e ambientais) (NASCIMENTO *et al.*, 2006).

O processo de Simbiose Industrial é considerado uma das principais atividades no desenvolvimento de um Eco Parque industrial, esses dois conceitos se complementam (FELÍCIO, 2013). Sendo sugerido por Agarwal e Stracham (2006) que o Eco Parque Industrial seja um subconjunto de Simbiose Industrial.

Portanto, as vantagens da simbiose industrial são cruciais para a formação de parques eco-industriais, pois podem servir de atrativo para a implantação do processo nesses ambientes (CHERTOW; LOMBARDI, 2005). Lowe (2001), Chertow e Lombardi (2005), Tudor *et al.*, enfatizaram alguns benefícios. (2007) e Geng *et al.* (2009) como a redução da utilização de materiais virgens, redução da poluição, tratamento de água, comunidade tem uma maior participação, marketing verde; sustentabilidade, eficiência energética aumentada e expansão dos tipos e quantidade de saídas de processos com valor de mercado.

Em relação à sustentabilidade do parques eco-industriais, Festel e Würmseher (2014) apontam que eles contribuem entre si e efetivamente cooperam com a sociedade local, compartilham recursos e, assim, obtém receita financeira e importância ambiental, com equidade e fortalecimento das empresas e regiões específicas.

Em suma, os parques eco-industriais precisam serem compostos pela gestão ambiental e sua tecnologia, produtos verdes, reciclagem e exclusividade dos recursos utilizados (BAO; TOIVONEN, 2014).

4.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos

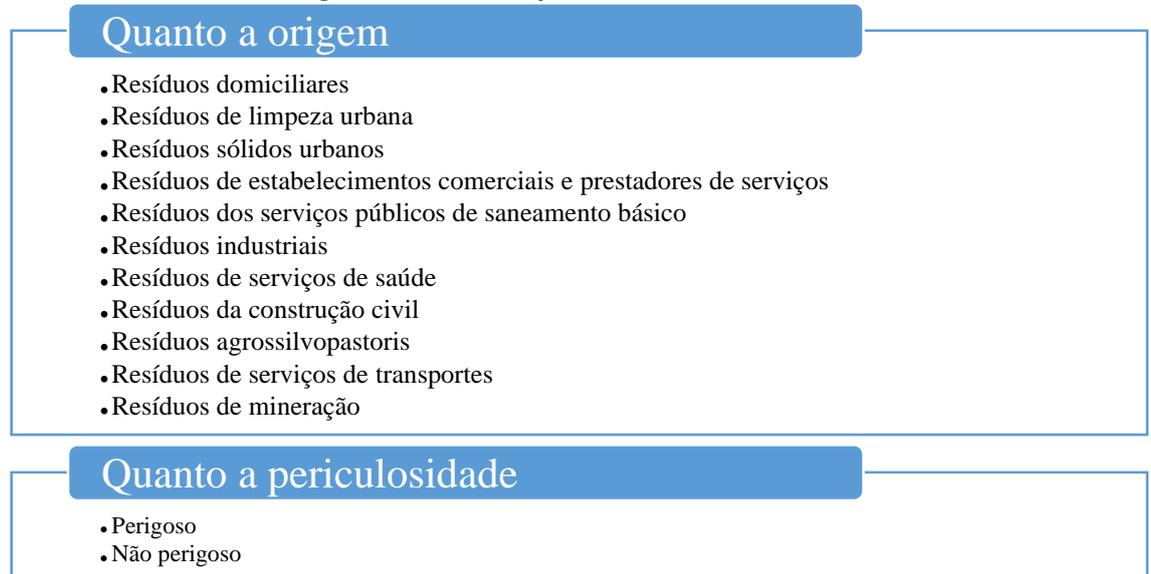
A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) veio para finalizar e centralizar todo o resultado de anos de tramitação do governo sobre esse tema por meio da lei nº 12.305/10. Linhares Maia *et al.*, (2014) demonstra haver uma preocupação mostrada pelo legislador na lei onde esse tem o objetivo de sensibilizar as partes como a sociedade, poder público e setor produtivo de forma que se preocupem com as necessidades de produção, coleta, transporte e descarte de resíduos sólidos objetivando assim o desenvolvimento sustentável.

A lei 12.305 define resíduos sólidos como sendo:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL,2010).

Essa definição é agregada com as classificações referidas no Art. 13. As classificações estão mostradas na Figura a 1.

Figura 1 - Classificação dos resíduos sólidos



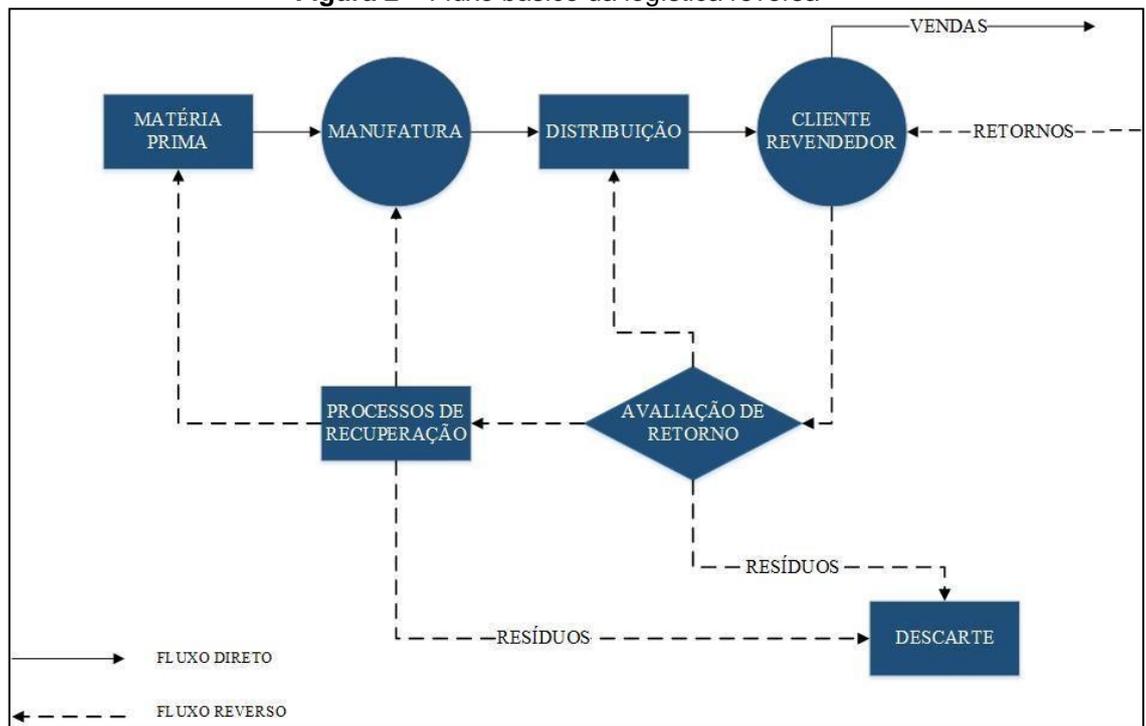
Fonte: Brasil (2010)

Neste sentido a lei 12.305/10 define resíduos industriais como aqueles resultantes de processos produtivos industriais. Sendo assim a lei menciona logística reversa como um de seus instrumentos no Art. 3º, tendo a seguinte definição:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Fica evidente a importância de o setor empresarial ter a preocupação em fazer o processo inverso com os seus produtos buscando o melhor aproveitamento de matérias primas e mais, complementando Gonvindan, Soleimani e Kannam (2014) dizem que a logística reversa se inclui no planejamento, operação e controle de um sistema como todo, tendo este o objetivo de criar valor se estendendo ao ciclo de vida completo do produto, também há a possibilidade de ser nomeada cadeia de suprimento em circuito fechada. A Figura 2 ilustra o ciclo básico logístico.

Figura 2 – Fluxo básico da logística reversa



Fonte: Adaptado de Gavindan, Soleimani e Kannam (2015)

A cadeia logística é um dos instrumentos mais importantes onde o Brasil possui uma jornada de melhorias pela frente ainda, Couto e Lange (2017) mostram que alguns desafios devem ser enfrentados, como adequação de legislação, instrumentos financeiros e licenciamento ambiental, todos de responsabilidade do governo, mas também há a necessidade das articulações dos elos da cadeia produtiva para melhorias.

Além de conceitos técnicos um ponto positivo para Camargo (2014) sobre a lei foi que com relação às outras anteriormente existentes, foi trazer conceitos de sustentabilidade para o corpo do texto.

Aliado a isso quanto a gestão e o gerenciamento o Art. 9 traz a ordem de prioridades como sendo: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição ambientalmente correta dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Ainda a lei define a gestão integrada de resíduos sólidos como sendo ações realizadas buscando soluções para os resíduos sólidos, sempre motivado pelo desenvolvimento sustentável sendo feito um controle social e considerando todas as dimensões política, econômica, cultural, ambiental e social (BRASIL, 2010).

Complementando o conceito da lei, Pugliesi (2010) trata que a gestão integrada de resíduos sólidos atua com três aspectos essenciais: arranjos institucionais, instrumentos legais e mecanismos de financiamento, onde estes juntos promovam a organização de modelo de planejamento e estratégia de atuação que resulte em modelo de execução e medidas de controle havendo minimização dos resíduos.

Outro aspecto importante tem relação com os princípios da lei 12.305/10 no qual diz sobre a cooperação entre o setor público, setor empresarial e os segmentos da sociedade, além disso a eco eficiência através de um ajuste entre fornecimento, preços, de bens e serviços que proporcionem qualidade de vida e promovam a redução do impacto ambiental e consumo dos recursos naturais de acordo com a capacidade de sustentação do planeta (BRASIL, 2010). Ainda a lei abre e traz um instrumento importante para a realização dos objetivos e princípios sendo por meio da pesquisa científica e tecnológica.

Com isso Linhares Maia *et al.*, (2014) apontam a educação ambiental como instrumento determinante, pois com este será dado o tratamento adequado aos resíduos sólidos, também o processo de mobilização social acontece pela educação mantendo a população alerta sobre a importância de hábitos direcionados a sustentabilidade, tornando a corresponsável e coparticipante da gestão dos resíduos.

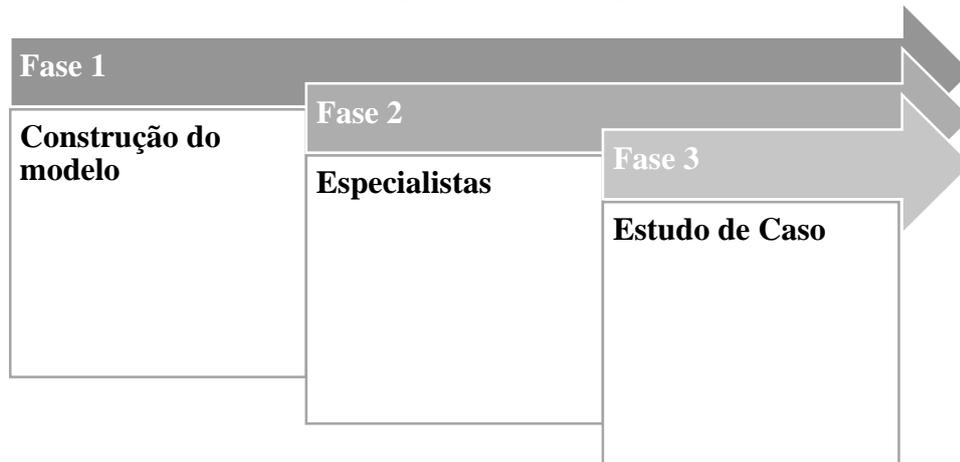
Para Pereira (2011) a legislação é um marco regulatório para a legislação ambiental do Brasil, este ainda acredita ser necessário mais que um texto, devendo ser aplicado o engajamento social e político, pois com a destinação certa, valorização dos profissionais atuantes, educação as pessoas os resultados serão visíveis e conseqüentemente mudanças acontecerão.

5 METODOLOGIA

5.1 Procedimentos metodológicos

Considerando os objetivos propostos, este estudo pode ser dividido em três fases: Construção do modelo conceitual, entrevistas com especialistas e estudo de caso. A Figura 3 ilustra as fases adotadas na condução do estudo.

Figura 3 – Metodologia



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A primeira consistiu na obtenção de um modelo de implantação de parqueseco industriais, para isso, foi realizada uma revisão da literatura e a fundamentação teórica acerca dos temas abordados neste trabalho.

A segunda fase refere-se à recorrência aos especialistas para verificação de aderência do modelo, isto é, se o modelo construído possui alguma necessidade de inclusão ou exclusão de elementos/etapas e também se o mesmo se apresenta aplicável no contexto prático. Nesta fase, com o auxílio de um questionário com perguntas abertas (Apêndice A), entrevistas foram realizadas a fim de verificar a necessidade de adequação do modelo perante a especialistas nas áreas que permeiam o trabalho. O Quadro 1 apresenta a descrição dos especialistas participantes.

Quadro 1 – Descrição dos respondentes

Especialistas	Formação Acadêmica (maior titulação)	Experiência (anos)
1	Graduação Gestão Ambiental	8
2	Graduação Gestão Ambiental	9
3	Doutorado Engenharia de Produção	19

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Para os três membros selecionados a formação acadêmica com maior grau de titulação e a experiência na área quantificada em anos, foram informações levantadas com o objetivo de caracterizar o perfil dos respondentes em termos de conhecimentos acerca do tema.

Por fim, a terceira fase trata-se do estudo de caso do modelo após a verificação com os especialistas. Nesta etapa, alguns elementos do modelo proposto foram exemplificados com uma aplicação real considerando a região Centro-Sul de Mato Grosso do Sul.

5.2 Unidade de Análise

A região da Grande Dourados apresenta importância para o estado do Mato Grosso do Sul, onde estão localizadas diversas cidades e indústrias. As indústrias implantadas na região estão caracterizadas em sua maioria pela área agroindustrial, como grãos, corte animal, rações, usinas de açúcar e biocombustíveis.

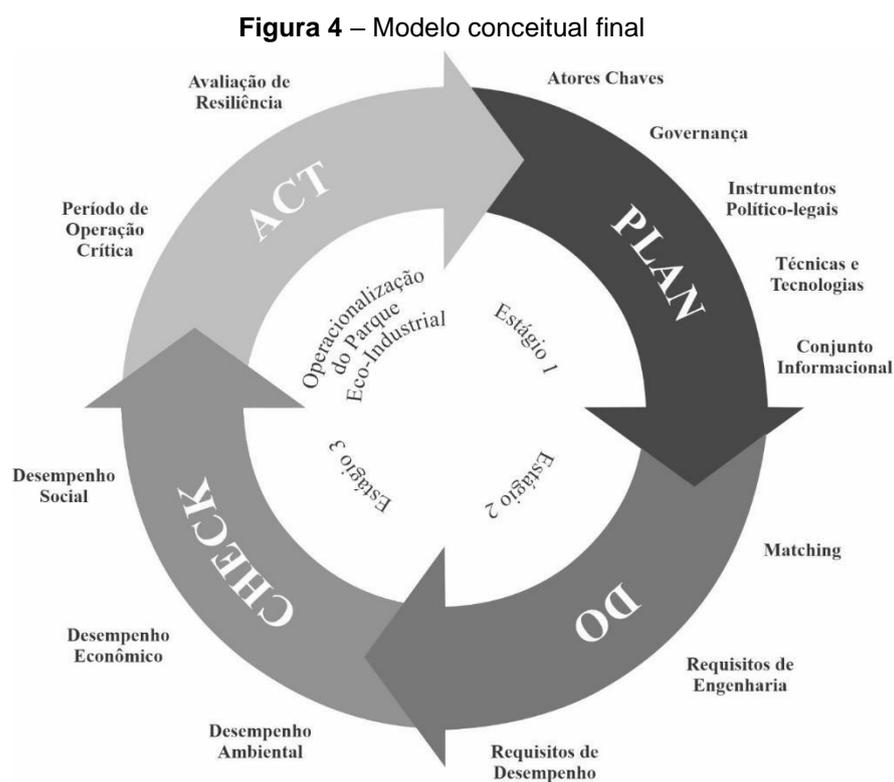
A região contribuiu para o PIB setor agrícolas. Segundo o IBGE, a agroindústria contribuiu com o total de 439,8 bilhões em 2020, sendo 15% do PIB do Brasil.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Construção do modelo

No que se refere ao objetivo de delineamento de um modelo conceitual de implantação de EIPs, com a realização da revisão da literatura, foi possível o levantamento de informações essenciais na constituição e concepção do desenvolvimento de parques eco-industriais, bem como a análise dos modelos, ferramentas e ações que permeiam o processo de implantação.

O modelo elaborado trata-se de um conjunto de elementos que compõem o processo de implantação e podem ser incorporados continuamente no decorrer deste estudo. Logo, não se trata da versão final, visto que, indubitavelmente é necessária a exemplificação do mesmo. A exemplificação e adaptação final do modelo será obtida após a aplicação em estudo de caso e avaliação dos resultados encontrados. A figura 4 apresenta o modelo final.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

De acordo com Mandanhire, Mupaso e Mbohwa (2018) três fases podem ser exploradas num processo de implantação, sendo: o planejamento, *design* e implementação. Assim, para o modelo proposto é possível entender a base do modelo

com 3 estágios principais subsequentes. Pormenorizando seus detalhes, cada estágio possui um conjunto de elementos integrados e relativos ao planejamento, projeto, operacionalização e controle das atividades e informações que fluem no processo de implantação e execução das trocas simbióticas envolvidas no EIP.

Quadro 2 – Fases da implantação

Fase	Elementos	Descrição/Caracterização	Autores
Estágio 1	Atores Chaves	Sociedade civil, clientes das empresas participantes, colaboradores, associações de comércio, investidores, firmas locais, gestor de implementação, representantes políticos.	Hein et al.; Martina Scafà, Marco Marconi e Michele German; Ribeiro et al.; Liu et al.;
	Governança	Poder público: Influência governo em política regional e questões de planejamento relacionado ao EIPdesenvolvimento	Zhao et al.; Ignatio Madanhire, Peter Muganyi e Charles Mbohwa
	Instrumentos Político-Legais	Leis, decretos e regulamentações locais	
	Técnicas e Tecnologias	Especificação de projetos técnicos necessários para a aplicação do parque industrial, práticas de gestão industrial.	Liu et al.; Belaud et al.; Haoran Zhao, Sem Guo e Huiru Zhao
	Conjunto Informacional	Especificar quais recursos (água, energia, resíduo, subproduto, matériaprima) que potencialmente possam ser trocados, necessidade de mão-de-obra especializada, disponibilidade de área	Zhao et al.; Sudhakar Yedla e Hung-Suck Park
Estágio 2	Matching	Combinação de trocas simbióticas entre as organizações que compõem o parque eco-industrial por meio da correlação de outputs e inputs de cada empresa. Apontamento de todas as possibilidades possíveis.	Zhao et al.; Boix et al.; Raffaella Taddeo

	Requisitos de Engenharia	Estabelecimento de infraestrutura física, definição de layout do parque e disposição da empresas, distância geográfica, definição de logística de abastecimento e transporte de recursos simbióticos.	Ignatio Madanhire, Taurai Mupaso e Charles Mbohwa; Haoran Zhao, Sem Guo e Huiru Zhao
	Requisitos de Desempenho	Estabelecimento de requisitos básicos de desempenho ambiental, econômico e social a partir de benchmarks	Liu et al.; Raffaella Taddeo
Estágio 3	Desempenho ambiental	Consumo energético, geração de energia limpa e renovável, consumo de água, tratamento de efluentes, reuso de água, materiais tóxicos e perigosos, flora e fauna local, destinação de resíduos, emissão de gases poluentes	Alejandro et al.; Veleva et al. ; Valenzuela-Venegas et al.; UNIDO; Castiglione e Alfieri
	Desempenho econômico	Desenvolvimento de pequenas e médias empresas locais, promoção de negócios locais, geração de emprego, criação de valor econômico, avaliação de custos e lucratividade das indústrias	Alejandro et al.; Veleva et al.; Valenzuela-Venegas et al.; UNIDO; Castiglione e Alfieri
	Desempenho social	Retenção de empregados, gestão de reclamações, condições adequadas de trabalho, saúde e segurança do trabalhador e moradores da região, diálogo com a comunidade, infraestrutura social	Alejandro et al.; Veleva et al. ; Valenzuela-Venegas et al.; UNIDO; Castiglione e Alfieri

Fonte: Autor (2021)

Primeiramente o estágio 1 engloba o planejamento inicial do desenvolvimento com o levantamento de todos os principais *stakeholders* envolvidos desde a concepção até a efetiva funcionalidade do parque eco-industrial, o estabelecimento de ações compatíveis com o anseio governo nacional, estadual e local na adoção de práticas sustentáveis de produção na região de potencial desenvolvimento, os mecanismos regulatórios vigentes no país, o mapeamento das principais técnicas, conceitos, práticas e tecnologias necessárias para a estruturação estratégica e por

fim, o conjunto de informações preliminares para a tomada de decisão de gestores políticos e empresariais (LIU; CÔTÉ, 2017; GENG et al., 2016; HEIN et al., 2015).

Cada etapa pode ser descrita como:

- **Atores Chave:** Consiste no levantamento de todas as partes interessadas em um desenvolvimento de EIP, sendo composto por agências governamentais, gestores de parques industriais, diretores empresariais e envolvimento de pesquisadores acerca do tema e a comunidade local. Os atores chave podem apresentar diferentes poderes de influência e decisão, já que os mesmos podem possuir interesses distintos, tornando-se assim fundamental conhecimento de todos (HEIN, 2015; LIU; CÔTÉ, 2017);
- **Governança:** Refere-se ao interesse do poder público na participação efetiva de implantação de um parque eco-industrial em determinada região, a fim de obtenção do desenvolvimento sustentável da região e redução de impactos negativos. Tal elemento se baseia na necessidade de alinhamento das estratégias de desenvolvimento, apoio e engajamento das iniciativas propostas pelos atores chave (LIU; CÔTÉ, 2017; BELAUD et al., 2019);
- **Instrumentos Político-Legais:** Se baseia na análise de todas as leis, regulamentações e mecanismos legais que regem as empresas quanto a adoção de práticas sustentáveis. Apontamento de facilitadores e barreiras que podem interferir no EIP, isto é, quais são as dificuldades que impedem e quais possibilitam a implantação de um EIP (UNIDO, 2017; BELAUD et al., 2019);
- **Técnicas e Tecnologias:** Consiste no levantamento de todo o ferramental necessário para potencial implantação de um EIP, isto é, as principais técnicas, práticas, ferramentas e tecnologias necessárias para adequado planejamento e projeto (HEIN, 2015; LIU; CÔTÉ, 2017; MANDANHIRE; MUPASO; MBOHWA, 2018);
- **Conjunto Informacional:** Trata-se da obtenção das informações técnicas e dados quanto as empresas que desejam participar do EIP, recursos (água, energia, resíduo, subproduto, matéria-prima) que potencialmente possam ser trocados, investimentos necessários, recursos humanos necessários, infraestrutura, disponibilidade de área (HEIN, 2015).

O estágio 2 configura uma etapa de projeto propriamente dito do EPI, na qual, são definidas as trocas simbióticas entre as empresas através

do *matching* (combinação), os requisitos de engenharia para o estabelecimento e alcance dos objetivos individuais e comuns do complexo de empresas, o sistema de gerenciamento ambiental adotado por cada indústria e o estabelecimento de padrões/metras de desempenho ambiental, econômico e ambiental. Cada elemento é descrito conforme a seguir (HEIN et al., 2015; UNIDO, 2017):

- **Matching:** Com a definição das indústrias participantes e de quais resíduos podem ser trocados, o *matching* é realizado a fim de estabelecer as conexões de simbiose industrial entre as organizações. Deve ser levado em consideração a quantidade de resíduos disponíveis entre cada indústria de maneira a realizar as combinações de trocas.
- **Requisitos de engenharia:** Refere-se ao estabelecimento de toda a infraestrutura física, definição de layout, distância geográfica, logística de abastecimento e transporte de recursos simbióticos.
- **Requisitos de desempenho:** Consiste no estabelecimento de padrões de desempenho aceitáveis para cada membro da rede simbiótica diante dos indicadores de avaliação de desempenho ambiental, econômico e social de acordo com a capacidade potencial do EPI e estratégia de redução de impactos negativos adotada.

Após a execução da última etapa do estágio 2, um conjunto de indicadores de avaliação devem ser estabelecidos a fim de controlar e prover informações as partes interessadas quanto ao alcance das metas definidas para o EIP, sustentando assim o apoio governamental, engajamento dos membros do parque e o alcance de contínuo progresso (VAN BEERS *et al.*, 2019). O estágio 3 possui três principais tipos de desempenho conforme são descritas a seguir (UNIDO, 2017):

- **Desempenho ambiental:** Os indicadores ambientais mensuram os impactos positivos ou negativos alcançados pelo EIP, considerando os efeitos globalmente na cadeia de empresas, ou seja, são obtidos resultados coletivos para avaliação do parque eco-industrial;
- **Desempenho econômico:** De maneira semelhante ao anterior, o desempenho econômico reflete a situação atual do EIP por meio do uso de indicadores econômicos e financeiros que devem ser escolhidos de acordo com as

características que apresentam as empresas, a fim de que de fato demonstrem o desempenho.

- **Desempenho social:** Similarmente, o desempenho social é de fundamental avaliação para verificação da adequação aos requisitos de desempenho almejados pelo EIP e, portanto, a correta definição de quais métricas utilizar e a avaliação dos gestores são importantes no alinhamento das estratégias do parque para com a comunidade local.

Alguns estudos discorrem sobre o uso de indicadores ambientais em parques eco-industriais. Os indicadores podem ser aplicados de maneira individual ou até mesmo na avaliação do parque considerando o mesmo como um sistema.

De acordo com Sendra, Gabarrell e Vicent (2007), a metodologia MFA foi utilizada na tentativa de converter uma área industrial da Espanha em um EPI, assim os autores propuseram o uso do MFA para verificar a eficiência da conversão da área industrial e como isso impactaria na região. Enquanto que Geng *et al.*, (2009) demonstram por meio de quatro conjunto de indicadores a mensuração da ecoeficiência dos parques industriais chineses.

O estudo realizado por Kurup e Stehil (2009) mostra a aplicação de um modelo de mensuração dos benefícios da simbiose industrial nas condições ambientais, econômicas e sociais. Para cada condição, os autores estabeleceram um conjunto de indicadores para medir alguns aspectos de cada condição.

A subsequente etapa do modelo de implantação chamada de Período de Operação Crítica (POC), refere-se ao tempo de resposta e adaptação do parque ecoindustrial a combinação de condições operacionais de diferentes atores, que podem levar ao surgimento de vulnerabilidades no sistema simbiótico (KUZNETSOVA; ZIO; FAREL, 2016). Assim, a identificação de vulnerabilidades e fraquezas são essenciais para o feedback e indicações de estratégias que minimizem estes riscos.

Diante desse contexto, destaca-se a avaliação de resiliência que consiste em indicadores de avaliam a capacidade de o sistema absorver interrupções e vulnerabilidade (FIKSEL, 2003; VALENZUELA-VENEGAS *et al.*, 2017). Como parte dos objetivos deste estudo, a proposição de tais indicadores será posteriormente abordada em conjunto com os indicadores ambientais, econômicos e sociais.

6.2 Avaliação dos especialistas

A partir da consulta aos especialistas por meio da aplicação do questionário é possível verificar se as respostas entre os mesmos são compatíveis (convergem) ou não (divergem) no que tange aos elementos propostos no modelo preliminar. O Quadro 3 apresenta as perguntas que foram realizadas, bem como a avaliação das respostas. O apêndice 1 ao final deste trabalho apresenta o questionário com as respostas dos especialistas.

Quadro 3 – Avaliação das respostas

Questionário			
Estágio	Elementos	Pergunta	Avaliação
Estágio 1	Atores Chave	Quem são os atores chave para um processo de implantação de Parque Ecológico (PEI) em Dourados ?	Converge
	Governança	Quais são os principais envolvidos do governo local no processo de implantação de PEI em Dourados ?	Converge
	Instrumentos Político-Legais	Quais as leis, decretos e regulamentações locais que podem interferir no processo de implantação de um PEI em Dourados ?	Diverge
	Técnicas e Tecnologias	Quais os projetos técnicos e práticas de gestão no processo de implantação de um PEI em Dourados ?	Converge
	Conjunto Informacional	Quais as informações de recursos que podem ser trocados, necessidade de mão-de-obra especializada, área e estrutura disponível e conjunto de empresas que podem participar de um processo de implantação de PEI em Dourados ?	Converge
Estágio 2	Matching	Quais empresas podem realizar trocas simbióticas em um PEI implantado em Dourados ?	Converge

	Requisitos de Engenharia	Qual a estrutura física, layout das indústrias, distância entre as empresas, mecanismo de coordenação logística de recursos simbióticos para um PEI em Dourados ?	Converge
	Requisitos de Desempenho	Quais e que tipos de critérios de desempenho ambiental, econômico e social são fundamentais para um PEI em Dourados ?	Converge
Estágio 3	Desempenho Ambiental	Quais indicadores de avaliação de desempenho ambiental seriam relevantes para um PEI em Dourados ?	Converge, complementa o outro
	Desempenho Econômico	Quais indicadores de avaliação de desempenho econômico seriam relevantes para um PEI em Dourados ?	Diverge
	Desempenho Social	Quais indicadores de avaliação de desempenho sociais seriam relevantes para um PEI em Dourados ?	Converge
	Período de Operação Crítica	Como poderia ser avaliado e controlado os riscos associados ao início de operacionalização de um PEI ?	Converge
	Avaliação de Resiliência	Como poderia ser avaliada a capacidade do PEI de se manter operante diante de uma interrupção parcial ou total de uma empresa participante ?	Converge
Modelo Geral		Você considera as etapas listadas como suficientes para um processo de implantação de um PEI em Dourados ?	Converge
		Quais outros elementos você acha que seriam necessários em um processo de implantação de um PEI em Dourados ?	Diverge
		Quais elementos você considera desnecessário em um processo de implantação de um PEI Dourados ?	Diverge

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A análise das respostas dadas pelo Secretário Ambiental, Diretor de Desenvolvimento Ambiental e Especialista, se observa que em relação ao estágio 1

da Implantação de Parque Eco Industrial, as respostas convergem em sua maioria. Somente sobre os Instrumentos Político-Legais as respostas divergem, concluindo que existem mais de uma lei que ampara a implantação e especificações do projeto.

No estágio 2, todas as respostas convergem para um mesmo ponto. As respostas do *Matching* levam para a listagem de quais recursos cada empresa estaria disponibilizando. Em requisitos de engenharia é necessário realizar uma análise interna em conjuntura das empresas. Sobre os requisitos de desempenho, apresenta que o município não possui nenhum tipo de requisito especificado.

As respostas do estágio 3 somente uma resposta diverge. O desempenho econômico possui respostas diferentes, porém se pode notar que os três apresentaram indicadores que são relevantes para analisar o desempenho nesse quesito. As outras respostas convergem para uma mesma ideia, por vezes complementando uma a outra.

Considerando que apesar de algumas divergências encontradas, parte das mesmas se referem ao grau com que cada especialista vê a potencial aplicação do modelo. Portanto, considera-se o modelo a priori apto a aderência de aplicação.

No modelo geral os três concluíram que os estágios são suficientes para a implantação de PEI. Quando perguntado sobre quais outros elementos você acha que seriam necessários em um processo de implantação de um PEI em Dourados, o Secretário Ambiental levou em consideração a necessidade de um tempo de planejamento de 5 a 10 anos. O Diretor de Desenvolvimento Ambiental indicou que seria necessário articular com as empresas, porém por enquanto não seria indicado tal discussão nesse momento. O Especialista demonstrou sua consideração em relação ao desenvolvimento da arquitetura e construções sustentáveis.

Para a pergunta de quais elementos seriam desnecessários em um processo de implantação de um PEI Dourados, foi levado em conta o desenvolvimento de um projeto mais simples possível, mesclando algumas etapas. Além de estar fazendo a análise se seria negativo apresentar os requisitos de desempenho para as empresas, em primeiro momento.

6.3 Estudo de caso do modelo

Observando o cenário em que este estudo é aplicado, são consideradas fábricas em consonância em fazer sinergias de energia, água, resíduos e materiais. A

síntese da análise traz desafios para as fábricas em iniciar ações minoritárias, como parcerias privadas entre as indústrias iniciais aqui propostas, até a sedimentação dos resultados com minimização de gases poluentes, redução e reutilização de água, redução de energia elétrica e maior refugo de matéria-prima.

6.3.1 Atores chave

Neste elemento são considerados todos os potenciais agentes da sociedade que podem ser impactados com a implantação de um parque eco-industrial. Assim, destacam-se os moradores da região da Grande Dourados que poderão ter oportunidades de trabalho, os pesquisadores e alunos das universidades podendo desenvolver estudos científicos no parque eco-industrial.

Ainda, no município se concentram grandes empresas com foco agroindustrial e beneficiamento de insumo. Destacam-se as indústrias frigoríficas, óleos vegetais, biocombustíveis, laticínios e couros. Além dessas indústrias, existem empresas que desenvolvem suas atividades em áreas diversas a de alimentos, como é o caso da indústria de plásticos flexíveis.

6.3.2 Governança

A prefeitura do município e o governo estadual do Mato Grosso do Sul apresentam os interesses do Poder Público para a implantação de EIP em Dourados, de modo que beneficiaria a contribuição para o desenvolvimento da região.

6.3.3 Instrumentos político-legais

As principais considerações legais e instrumentos políticos a serem observadas no que se refere a aplicação do estudo na unidade de análise referida são:

- LEI COMPLEMENTAR Nº 055, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2002. “Dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente do Município de Dourados, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, instituindo o Sistema Municipal de Meio Ambiente, o Fundo Municipal de Meio Ambiente e dá outras providências”;
- LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO DE DOURADOS, LEI Nº 1067, DE 28 DE DEZEMBRO DE 1979. “Institui o código de posturas do Município de Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul”;

- LEI Nº. 2.641 DE 08 DE JANEIRO DE 2004. “Dispõe sobre a cassação do alvará e da licença de funcionamento de estabelecimentos comerciais, industriais e prestadores de serviços, nos casos que especifica, e dá outras providências”;
- LEI nº 1140 – Estabelece o Perímetro Urbano do Distrito Industrial Integrante ao de Dourados;
- LEI COMPLEMENTAR N.º 72, DE 30 DE DEZEMBRO DE 2003. Plano Diretor do Município de Dourados. “Institui o Plano Diretor de Dourados, cria o Sistema de Planejamento Municipal e dá outras providências”.

6.3.4 Conjunto informacional e *Matching*

Nesse tópico se destaca quais são os resíduos de cada atividade industrial e qual seria a destinação para um receptor em potencial. De modo que cada resíduo seria a matéria-prima de outra indústria. O quadro 4, representa o Conjunto informacional e o *Matching* entre indústrias.

Quadro 4 – Combinação entre as empresas

Indústria	Insumo	Resíduos	Receptor potencial
Frigorífica	Animais de abate Água tratada Energia Embalagens	1. Esterco 2. Couro 3. Matérias não-comestíveis 4. Água residuária 5. Gordura animal 6. Recortes plásticos 7. Embalagens danificadas	1. Compostagem 2. Couro 3. Nda 4. Estação de Tratamento de Efluentes 5. Biocombustível 6. Plástico 7. Plástico

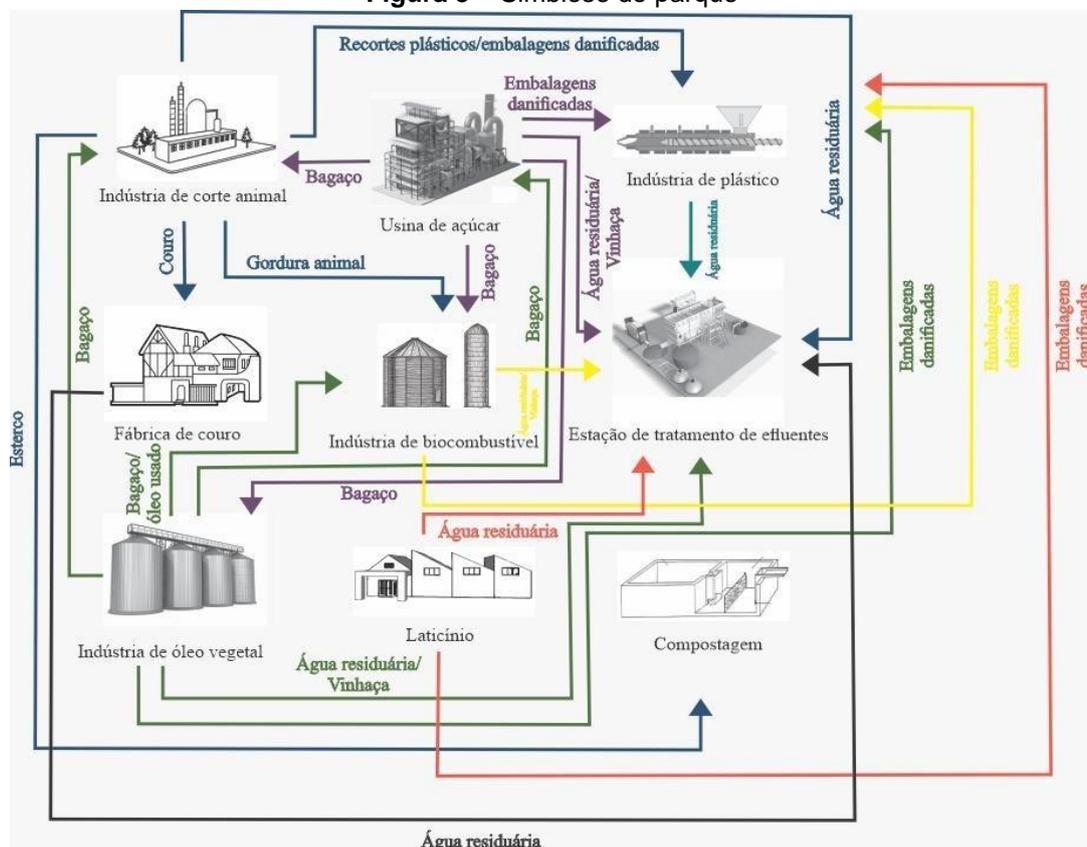
Usina de açúcar	Cana-de-açúcar Água tratada Energia Embalagens	1. Bagaço 2. Vinhaça 3. Água residuária 4. Embalagens danificadas	1. Reuso em caldeiras. animal. Corte Óleo vegetal. Biocombustível 2. Estação de Tratamento de Efluentes 3. Estação de Tratamento de Efluentes 4. Plástico
Óleo vegetal	Grãos Água tratada Energia Embalagens	1. Bagaço 2. Vinhaça 3. Água residuária 4. Recolhimento de óleo usado 5. Embalagens danificadas	1. Reuso em caldeiras. Corte animal. Usina de açúcar. Biocombustível 2. Estação de Tratamento de Efluentes
			3. Estação de Tratamento de Efluentes 4. Biocombustível 5. Plástico
Biocombustível	Óleo vegetal Óleo residual Gordura animal Energia Embalagens	1. Vinhaça 2. Água residuária 3. Embalagens danificadas	1. Estação de Tratamento de Efluentes 2. Estação de Tratamento de Efluentes 3. Plástico
Laticínio	Leite Água tratada Embalagens	1. Água residuária 2. Embalagens danificadas	1. Estação de Tratamento de Efluentes 2. Plástico

Plástico	Resíduos de plástico polimerizado, polietileno, polipropileno (PP), cloreto de polivinil (PVC), poliestireno (PS). Água tratada Colorantes	1. Granulados de plásticos 2. Água residuária	1. Reuso de 2. Estação de Tratamento Efluentes
Couros	Couro Água tratada	1. Material colagênico 2. Água residuária	1. Nda de 2. Estação de Tratamento Efluentes

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A partir do Quadro 4 é possível obter uma melhor visualização do ponto de vista prático de como o parque eco-industrial pode ser configurado na realização da simbiose industrial. A Figura 5 ilustra a representação da simbiose no parque.

Figura 5 – Simbiose do parque



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A Figura 5 ilustra o fluxo da simbiose do parque industrial. A indústria de corte animal apresenta como resíduo a gordura animal, que por sua vez pode ser utilizada na indústria de biocombustível para a fabricação de biodiesel. Outros resíduos são os couros (utilizados na fábrica de couro) e recortes plásticos e embalagens danificadas (indústria de plástico). A água residuária dos processos é enviada para a estação de tratamento de efluentes. O esterco é transportado para a realização da compostagem. Os bagaços da soja e da cana de açúcar são utilizados para a queima das caldeiras, a fim de transformar em energia.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento sustentável está relacionado com questões econômicas, ambientais e sociais, trazendo discussões acerca da realização das atividades industriais. O trabalho realizado propôs desenvolver um modelo de implantação de parques eco-industriais que leve em consideração essas questões econômicas, ambientais e sociais cujas características se apliquem a um país emergente como o Brasil.

Para tanto, buscou-se na literatura os conceitos para a elaboração dos estágios para implantação de Parque Eco Industrial, de modo a trazer a conhecimento os estágios necessários para a realização desse empreendimento.

Trazendo em consideração os processos agroindustriais que se destacam a região da Grande Dourados, localizada no estado do Mato Grosso do Sul, foi possível realizar a análise da implantação do Parque Eco Industrial. Por meio disso, buscouse elencar quais indústrias se caracterizariam para ingressar em um Parque, bem como quais seriam as trocas energéticas e residuárias entre as mesmas.

Diante do exposto, o objetivo inicial desse trabalho em propor um modelo de implantação foi alcançado com sucesso, permitindo estabelecer os estágios necessários para o estabelecimento de um Parque Eco Industrial.

REFERÊNCIAS

AGARWAL, A.; STRACHAN, Peter. Literature review on eco-industrial development initiatives around the world and the methods employed to evaluate their performance/effectiveness. Report for Databuild. The Robert Gordon University, 2006.

ALVES, Salete Martins; OLIVEIRA, João Fernando Gomes de. Adequação ambiental dos processos usinagem utilizando Produção mais limpa como estratégia de gestão ambiental. **Production**, v. 17, n. 1, p. 129-138, 2007.

BAO, S.; TOIVONEN, M. **The specificities and practical applications of Chinese eco-cities**. Journal of Science and Technology Policy Management. Espoo, v. 5, n. 2, p.162 - 176, jan. 2014. Disponível em: <<http://dxdoi.org/10.1108/JSTPM-052014-0020>>. Acesso em: 27 maio 2020.

BELAUD, Jean-Pierre et al. A circular economy and industrial ecology toolbox for developing an eco-industrial park: perspectives from French policy. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 21, n. 5, p. 967-985, 2019.

BOIX, Marianne et al. Benefits analysis of optimal design of eco-industrial parks through life cycle indicators. In: Computer Aided Chemical Engineering. Elsevier, 2017. p. 1951-1956.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso: 10 abr. 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso: 10 abr. 2020.

CAMARGO, I. V. Indicadores de sustentabilidade no contexto da Política Nacional Resíduos Sólidos: uma proposta pra Bragança Paulista – SP. Dissertação

de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. 2014.216p.

CASTIGLIONE, C.; ALFIERI, A. Supply chain and eco-industrial park concurrent design. *IFAC-PapersOnLine*, v. 52, n. 13, p. 1313-1318, 2019.

CHERTOW, Marian R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. **Annual review of energy and the environment**, v. 25, n. 1, p. 313-337, 2000.

CHERTOW, Marian R.; ASHTON, Weslyne S.; ESPINOSA, Juan C. Industrial symbiosis in Puerto Rico: Environmentally related agglomeration economies. **Regional studies**, v. 42, n. 10, p. 1299-1312, 2008.

CHERTOW, Marian R.; LOMBARDI, D. Rachel. Quantifying economic and environmental benefits of co-located firms. 2005.

CHERTOW, Marian; MIYATA, Yuko. Assessing collective firm behavior: Comparing industrial symbiosis with possible alternatives for individual companies in Oahu, HI. **Business Strategy and the Environment**, v. 20, n. 4, p. 266-280, 2011.

COUTO, Maria Claudia Lima; LANGE, Liséte Celina. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v.22, n.5, p.889-898, Oct. 2017. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522017000500889&lng=en&nrm=iso. Acesso em 24 Mai. 2020.

FELICIO, Miriã Camargo. Proposta de um indicador para monitorar a evolução da simbiose industrial em parques eco-industriais segundo a perspectiva de sistemas dinâmicos. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FESTEL, G.; WÜRMSEHER, M. Benchmarking of Industrial park infrastructures in Germany. *Benchmarking: An International Journal*. Zurich, v. 21, n. 6, p. 854 - 883, jan. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/BIJ-01-20130015>. Acesso em: 27 maio 2020.

FIKSEL, Joseph. Designing resilient, sustainable systems. **Environmental science & technology**, v. 37, n. 23, p. 5330-5339, 2003.

FRANCISCO, Gabriela Amoroza. Prevenção de Resíduos: Um estudo de caso na indústria calçadista brasileira. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GENG, Yong; HENGXIN, Zhao. Industrial park management in the Chinese environment. *Journal of Cleaner Production*, v. 17, n. 14, p. 1289-1294, 2009.

GOVINDAN, K., SOLEIMANI, H., KANNAN, D. (2015). Reverse Logistics and closed-loop supply chain: a comprehensive review to explore the future. **European Journal of Operational Research**, 240(3),603-626.

HEIN, Andreas M. et al. A conceptual framework for eco-industrial parks. In: ASME 2015 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection, 2015.

HEIN, Andreas M. et al. A conceptual framework for eco-industrial parks. In: ASME 2015 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection, 2015.

HUANG, Beijia et al. Review of the development of China's Eco-industrial Park standard system. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 140, p. 137-144, 2019.

KURUP, Biji; STEHLIK, Daniela. Towards a model to assess the sustainability implications of industrial symbiosis in eco-industrial parks. **Progress in Industrial Ecology, an International Journal**, v. 6, n. 2, p. 103-119, 2009.

KUZNETSOVA, E.; ZIO, Enrico; FAREL, Romain. A methodological framework for Eco-Industrial Park design and optimization. **Journal of Cleaner Production**, v. 126, p. 308-324, 2016.

LIFSET, Reid; GRAEDEL, Thomas E. Industrial ecology: goals and definitions. A handbook of industrial ecology, p. 3-15, 2002.

LINHARES MAIA, Hérika J. et al. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UM MARCO NA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA. **POLÊMICA**, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 1070-1080, fev. 2014. ISSN 1676-0727. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/9636/7570>>. Acesso em: 23 maio 2020

LIU, Changhao; CÔTÉ, Raymond. A framework for integrating ecosystem services into China's circular economy: The case of eco-industrial parks. **Sustainability**, v. 9, n. 9, p. 1510, 2017.

LIU, Zhe et al. Co-benefits accounting for the implementation of eco-industrial development strategies in the scale of industrial park based on emergy analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, p. 1522-1529, 2018.

LOWE, Ernest A. Eco-industrial park handbook for Asian developing countries. Report to Asian Development Bank, 2001.

LYONS, Donald I. A spatial analysis of loop closing among recycling, remanufacturing, and waste treatment firms in Texas. **Journal of Industrial Ecology**, v. 11, n. 1, p. 43-54, 2007.

MACARTHUR, Ellen. Rumo a uma economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição. **Ellen MacArthur Foundation**, 2015.

MADANHIRE, Ignatio; MUGANYI, Peter; MBOHWA, Charles. Turning Industrial Area into an Eco-Industrial Park in South Africa: Case Study. In: International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2018.

MADANHIRE, Ignatio; MUPASO, Taurai; MBOHWA, Charles. Industrial Area Into Eco-Industrial Park (EIP) Case Study of Harare. In: International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2018.

NASCIMENTO, Décio Estevão et al. Parque Eco-Industrial: Uma discussão sobre o futuro dos distritos industriais brasileiros. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, n. 1, p. 97, 2006.

NEWELL, J. P.; COUSINS, J. J. The boundaries of urban metabolism: Towards a political- industrial ecology. **Progress in Human Geography**, v. 39, n. 6, p. 702-728, 2015.

PEREIRA, T.C. G. Política Nacional de Resíduos Sólidos: nova regulamentação para um velho problema. **Direito e Justiça**. v.11. n . 17,2011 .

Disponível

em:

<http://srvapp2s.urisan,tche.br/seer;index.php/direito_e_justica/article/view/719.

Acesso em: 24 de mai.2020.

PUGLIESI, E. Estudo da evolução da composição dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) e dos procedimentos adotados para o gerenciamento integrado no Hospital Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Carlos – SP. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

RIBEIRO, Paulo et al. An integrated approach towards transforming an industrial park into an eco-industrial park: the case of salaise-sablons. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 61, n. 2, p. 195-213, 2018.

SCAFÀ, Martina; MARCONI, Marco; GERMANI, Michele. A critical review of symbiosis models. **Advances in Transdisciplinary Engineering**, 2018.

SENDRA, C.; GABARRELL, X.; VICENT, T. Material flow analysis adapted to an industrial area. **Journal of Cleaner Production**, v.15, p. 1706 - 1715, 2007.

SOLER, Fabricio Dourado; MACHADO FILHO, José Valverde; LEMOS, Patrícia Faga Iglecias. Acordos setoriais, regulamentos e termos de compromisso. In: JARDIM, Arnaldo et al (Org). Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. São Paulo: Manole, 2012. p. 79 – 101.

TADDEO, Raffaella. Local industrial systems towards the eco-industrial parks: the model of the ecologically equipped industrial areas. **Journal of Cleaner Production**, v. 131, p. 189-197, 2016.

THODE FILHO, Sergio et al. A Logística Reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: desafios para a realidade brasileira. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v. 19, n. 3, p. 529-538, 2015.

UNIDO; WBG; GIZ. An International Framework for Eco-Industrial Parks; World Bank. License: CC BY 3.0 IGO; World Bank: Washington, DC, USA, 2017.

VALENZUELA-VENEGAS, Guillermo; SALGADO, J. Cristian; DÍAZ-ALVARADO, Felipe A. Sustainability indicators for the assessment of eco-industrial parks: classification and criteria for selection. **Journal of Cleaner Production**, v. 133, p. 99-116, 2016.

VAN BEERS, Dick et al. Lessons Learned from the Application of the UNIDO Eco-Industrial Park Toolbox in Viet Nam and Other Countries. **Sustainability**, v. 11, n. 17, p. 4687, 2019.

VELEVA, Vesela et al. Benchmarking eco-industrial park development: the case of Devens. **Benchmarking: An International Journal**, 2016.

YEDLA, Sudhakar; PARK, Hung-Suck. Eco-industrial networking for sustainable development: review of issues and development strategies. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 19, n. 2, p. 391-402, 2017.

ZHAO, Haoran; GUO, Sen; ZHAO, Huiru. Comprehensive benefit evaluation of eco-industrial parks by employing the best-worst method based on circular economy and sustainability. **Environment, Development and Sustainability**, v. 20, n. 3, p. 1229-1253, 2018.

ZHAO, Haoran; ZHAO, Huiru; GUO, Sen. Evaluating the comprehensive benefit of eco-industrial parks by employing multi-criteria decision making approach for circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 2262-2276, 2017.

ZHAO, Haoran; ZHAO, Huiru; GUO, Sen. Evaluating the comprehensive benefit of eco-industrial parks by employing multi-criteria decision making approach for circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 2262-2276, 2017.

ZHAO, Yu et al. An emergy ternary diagram approach to evaluate circular economy implementation of eco-industrial parks. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 21, n. 7, p. 1433-1445, 2019.

APÊNDICE A – Perguntas aos respondentes

Questionário				
Estágio	Elementos	Descrição do objeto	Pergunta	Tipo de Resposta
Estágio 1	Atores Chave	Sociedade civil, clientes das empresas participantes, colaboradores, associações de comércio, investidores, firmas locais, gestor de implementação, representantes políticos.	Quem são os atores chave para um processo de implantação de Parque Eco-Industrial (PEI) em Dourados ?	Aberta
	Governança	Poder público: Influência do governo em política regional e questões de planejamento relacionado ao desenvolvimento de PEI	Quais são os principais envolvidos do governo local no processo de implantação de PEI em Dourados ?	Aberta
	Instrumentos Político-Legais	Leis, decretos e regulamentações locais	Quais as leis, decretos e regulamentações locais que podem interferir no processo de implantação de um PEI em Dourados ?	Aberta
	Técnicas e Tecnologias	Especificação de projetos técnicos necessários para a aplicação do parque industrial, práticas de gestão industrial.	Quais os projetos técnicos e práticas de gestão no processo de implantação de um PEI em Dourados ?	Aberta

	Conjunto Informativo	Especificar quais recursos (água, energia, resíduo, subproduto, matéria-prima) que potencialmente possam ser trocados, necessidade de mão-de-obra especializada, disponibilidade de área	Quais as informações de recursos que podem ser trocados, necessidade de mão-de-obra especializada, área e estrutura disponível e conjunto de empresas que podem participar de um processo de implantação de PEI em Dourados ?	Aberta
Estágio 2	Matching	Combinação de trocas simbióticas entre as organizações que compõem o parque eco-industrial por meio da correlação de outputs e inputs de cada empresa. Apontamento de	Quais empresas podem realizar trocas simbióticas em um PEI implantado em Dourados ?	Aberta

		todas as possibilidades possíveis.		
	Requisitos de Engenharia	Estabelecimento de infraestrutura física, definição de layout do parque e disposição da empresas, distância geográfica, definição de logística de abastecimento e transporte de recursos simbióticos.	Qual a estrutura física, layout das indústrias, distância entre as empresas, mecanismo de coordenação logística de recursos simbióticos para um PEI em Dourados ?	Aberta

	Requisitos de Desempenho	Estabelecimento de requisitos básicos de desempenho ambiental, econômico e social a partir de benchmarks	Quais e que tipos de critérios de desempenho ambiental, econômico e social são fundamentais para um PEI em Dourados ?	Aberta
Estágio 3	Desempenho Ambiental	Consumo energético, geração de energia limpa e renovável, consumo de água, tratamento de efluentes, reuso de água, materiais tóxicos e perigosos, flora e fauna local, destinação de resíduos, emissão de gases poluentes	Quais indicadores de avaliação de desempenho ambiental seriam relevantes para um PEI em Dourados ?	Aberta
	Desempenho Econômico	Desenvolvimento de pequenas e médias empresas locais, promoção de negócios locais, geração de emprego, criação de valor econômico, avaliação de custos e lucratividade das indústrias	Quais indicadores de avaliação de desempenho econômico seriam relevantes para um PEI em Dourados ?	Aberta
	Desempenho Social	Retenção de empregados, gestão de reclamações, condições adequadas de trabalho, saúde e segurança do trabalhador e moradores da região, diálogo com a comunidade, infraestrutura social	Quais indicadores de avaliação de desempenho sociais seriam relevantes para um PEI em Dourados ?	Aberta
	Período de Operação Crítica	Período de adaptação e início das operações industriais de um PEI	Como poderia ser avaliado e controlado os riscos associados ao início de operacionalização de um PEI ?	Aberta

Avaliação de Resiliência	Indicadores de avaliação de capacidade do sistema absorver interrupções ou saída de indústrias de um PEI	Como poderia ser avaliada a capacidade do PEI de se manter operante diante de uma interrupção parcial ou total de uma empresa participante ?	Aberta
Modelo Geral		Você considera as etapas listadas como suficientes para um processo de implantação de um PEI em Dourados ?	Aberta
		Quais outros elementos você acha que seriam necessários em um processo de implantação de um PEI em Dourados ?	Aberta
		Quais elementos você considera desnecessário em um processo de	Aberta
		implantação de um PEI Dourados ?	