

DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PARQUES ECO INDUSTRIAIS NO BRASIL



[4.0 Internacional](#)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PARQUES ECO INDUSTRIAS NO BRASIL

Relatório técnico apresentado pelo mestrando André Figueiredo Fonseca Ribeiro ao Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede, sob orientação do docente Dr. Marco Antônio Ferreira, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração Pública.



SUMÁRIO

Introdução **03**

Objetivos **05**

Principais Conceitos **06**

Modelos de Transição **07**

Síntese dos Principais Resultados **11**

Diretrizes **14**

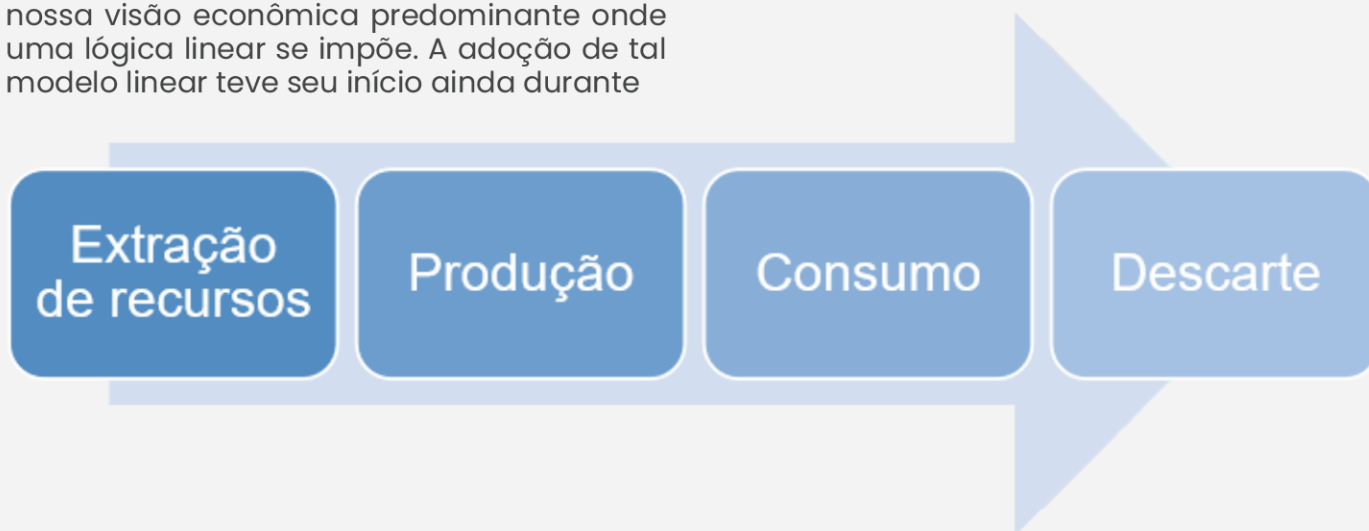
Referências **19**

INTRODUÇÃO

O impacto das ações do homem no desequilíbrio do meio-ambiente torna-se cada vez mais claro. Desta forma, é evidente a necessidade de se levar em conta os fatores ambientais na condução das políticas econômicas. (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018). Conforme tais impactos e a degradação ambiental vão se tornando cada vez menos aceitos pela sociedade – e seus efeitos mais visíveis – uma mudança se faz necessária. Empresas e países que tomarem a dianteira nesse movimento, certamente serão mais capazes de lidar com esses novos desafios (GENG; SARKIS; ULGIATI, 2016).

Este novo movimento contrasta com nossa visão econômica predominante onde uma lógica linear se impõe. A adoção de tal modelo linear teve seu início ainda durante

a revolução industrial (no século XVII) com as inovações científicas e tecnológicas exploratórias que ignoravam os limites do meio-ambiente e os danos de longo prazo que estavam causando à sociedade (PRIETO-SANDOVAL; JACA; ORMAZABAL, 2018). Este modelo, está centrado no que NESS (2008) se refere como “fluxo linear”: extração de recursos, produção, consumo e descarte. Devido a essa característica, aliada a uma busca constante pelo crescimento econômico, esse modelo apresenta uma demanda sempre crescente de recursos o que o torna insustentável no longo prazo (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018).



Um carro zero é pré-sucata

Clóvis Cavalcanti

Em outras palavras, seguimos o padrão onde extraímos os recursos naturais do planeta, fabricamos os produtos na maior quantidade possível – e com o menor ciclo de vida para que exista uma demanda constante – e em seguida os jogamos fora (GENG; SARKIS; ULGIATI, 2016). Desta forma, faz-se necessário operar uma mudança neste modelo e substituir essa perspectiva linear por uma que possa garantir um futuro mais sustentável.

A Economia Circular, ao buscar uma mudança do sistema econômico tradicional, linear e aberto para um sistema econômico circular, com padrões de produção de “ciclo fechado”, se torna um dos caminhos possíveis (LE TELLIER et al., 2019). Tal caminho já vem sendo traçado e tem na China e União Europeia seus principais expoentes (MCDOWALL et al 2017). Os conceitos que norteiam as ações da Economia Circular são relativamente simples e abrangem ações voltadas a um maior aproveitamento (ou reaproveitamento) dos recursos disponíveis, mas vêm sendo implantados com formas e objetivos distintos nesses dois lugares: enquanto a União Europeia enxerga nela uma forma de buscar uma maior competitividade das empresas, a China busca formas de aliar o desenvolvimento econômico com a preservação do meio ambiente e declínio da poluição (MCDOWALL et al., 2017).

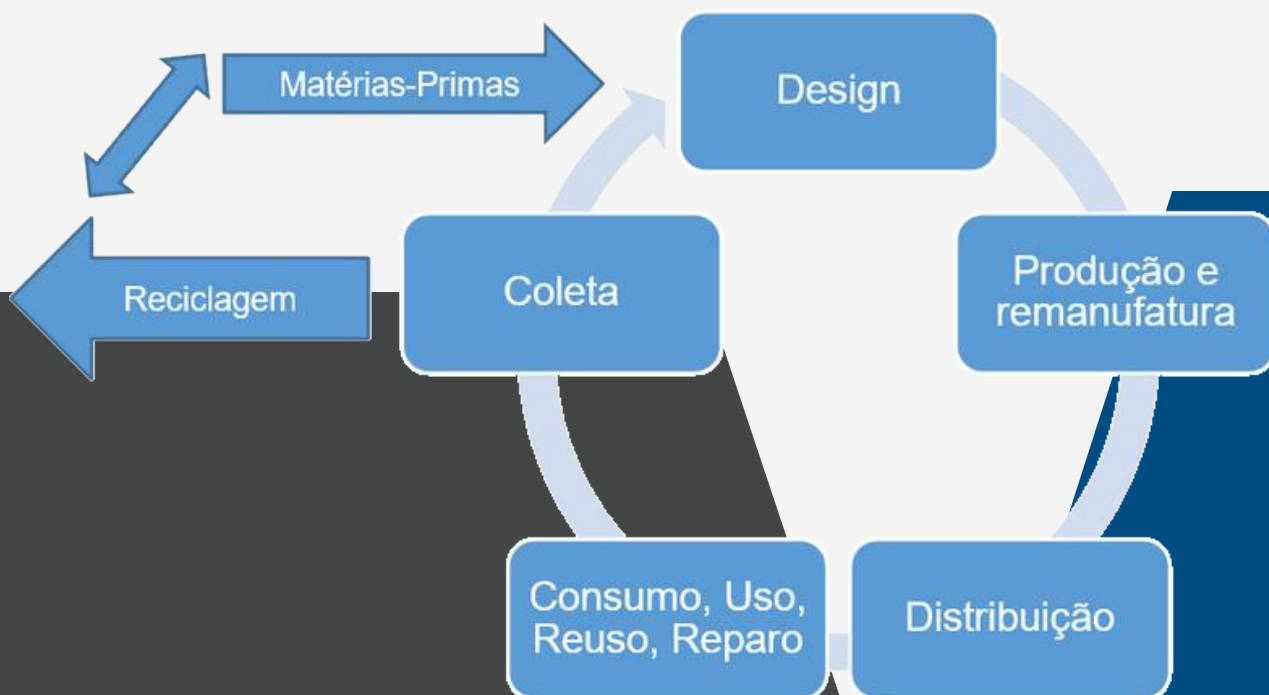
A Economia Circular abrange vários aspectos em diversos níveis que podem ir desde uma modificação em processo isolado (nível micro) até uma mudança importante no ordenamento jurídico que obrigue a uma adaptação nos processos de produção das empresas (nível macro). (AL-QURADAGHI; ZHENG; ELKAMEL, 2020). Esse é um tema de grande relevância e deve ganhar cada vez mais espaço no presente e futuro, pois não se trata de uma simples questão de moda ou tendência, mas de uma necessidade. Nosso modelo atual simplesmente não é viável no longo prazo e precisa ser revisto, pois sua manutenção poderia levar – entre outros possíveis efeitos negativos e irreversíveis – a uma exaustão de nossos recursos naturais (LE TELLIER et al., 2019). Seja para buscar uma maior competitividade na produção industrial, como no caso europeu (MCDOWALL et al., 2017) ou como forma de assegurar o crescimento econômico sem se tornar um inimigo do meio ambiente como no caso da China (GENG; SARKIS; ULGIATI, 2016) a mudança precisa ocorrer (ou ser retomada) o quanto antes no Brasil para não correremos o risco de, mais uma vez, ficarmos para trás.

Nesse sentido, ainda que pareça paradoxal, temos uma oportunidade importante embutida nesse atraso: existem diversas experiências e modelos sendo implementados e testados ao redor do mundo e podemos, na medida do possível, aprender com os seus erros e acertos. Obviamente, as realidades em termos econômicos, sociais, políticos e até mesmo culturais são distintas e não podemos simplesmente selecionar e copiar um exemplo de sucesso sob o risco de ele não funcionar corretamente por aqui. Desta forma, o ideal seria buscar nesses exemplos e pesquisas realizadas, diretrizes que possam nortear nosso processo de transição e a implementação de futuros Parques Eco Industriais no Brasil. Neste processo, não podemos deixar de levar em conta as diversas características econômicas, sociais e ambientais que nos fazem únicos.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral a apresentação de diretrizes para a implementação de Parques Eco Industriais que leve em conta os aspectos políticos, econômicas, espaciais, sociais e legais.

Para isso, apresentaremos os principais conceitos ligados aos Parques Eco Industriais, os modelos de transição adotados por outros países e suas principais características.



PRINCIPAIS CONCEITOS

PARQUES ECO INDUSTRIAIS

Em linhas gerais, os parques eco industriais podem ser definidos como uma comunidade onde empresas prestadoras de serviços e indústrias são instaladas em um mesmo espaço físico ou, mesmo distantes fisicamente, sejam capazes de promover uma interação positiva entre seus diferentes atores. Seus membros buscam uma melhoria nos resultados econômicos, sociais e ambientais através da cooperação ao lidar com os recursos e desafios ambientais (BALDWIN, 2008). Ou seja, buscam um resultado coletivo superior ao que seria possível quando consideradas como organizações isoladas (VEIGA; MAGRINI, 2009). CHERTOW (2000), traz uma definição bastante semelhante, mas compara as relações encontradas nos Parques Eco Industriais (também apresentada como “Simbiose Industrial”) como sendo, necessariamente, de ordem “mutualística”. Desta forma, o que se buscaria é estabelecer relações em que os resultados sejam positivos para todas as entidades que fazem parte do arranjo (CHERTOW, 2007).

LOWE (1997), por sua vez, define os Parques Eco Industriais como uma comunidade de empresas de manufatura e serviços que visam um melhor desempenho nas áreas econômicas e ambiental por meio da colaboração. Tal colaboração alcançaria a gestão de recursos, incluindo energia, água e materiais. De acordo com o autor, seu principal objetivo seria melhorar o desempenho econômico dessas empresas ao mesmo tempo em que, ao menos, minimizaria os impactos ambientais (LOWE, 1997). Assim como outros autores, ele reforça o aspecto da parceria, pois ao trabalhar em conjunto, a comunidade de empresas que formam o parque, busca um benefício coletivo superior do que a soma dos benefícios individuais que cada empresa alcançaria se elas se concentrassem na otimização apenas seu desempenho individual (BALDWIN, 2008).

BOTTOM-UP E TOP-DOWN

Sob uma perspectiva qualitativa, algumas classificações foram apresentadas para definir os diferentes tipos de parques eco industriais. CHERTOW (2007), por exemplo, traz uma abordagem que leva em consideração sua origem (ou formação) e os divide em dois tipos: o modelo planejado de Parque Eco Industrial (também denominado “Top-Down”, pois sua formação ocorre de forma estruturada de cima para baixo) e um auto-organizado de simbiose industrial (Bottom-Up). Enquanto no primeiro modelo existe um esforço deliberado e previamente planejado para que essa simbiose ocorra (uma prévia seleção de empreendimentos/indústrias, local específico, financiamento governamental, incentivos fiscais dentre outras ações), no segundo tipo essa simbiose industrial se desenvolve de forma autônoma e sem a interferência direta do poder público (BALDWIN, 2008).

De acordo com o levantamento realizado pela autora, os parques eco industriais que se enquadram no segundo tipo têm maiores chances de sucesso (CHERTOW, 2007). Isso, no entanto, não chega a ser uma surpresa, pois na prática tais parques já estão em funcionamento e apenas são identificados. Esse, inclusive, seria o caso de Kalundborg na Dinamarca que é amplamente apresentado na literatura como o primeiro exemplo de parque eco industrial em funcionamento. No entanto, o ponto interessante dessa abordagem é buscar identificar os locais e contextos nos quais essa simbiose já acontece em menor escala e buscar meios para fomentá-la (CHERTOW, 2007). LOWE (1997) caminha em direção semelhante ao defender que uma interferência menor seja preferível e ao estado caberia mais o papel promover um ambiente mais propício para que isso ocorra.

GREENFIELD E BROWNFIELD

Outro ponto importante a ser considerado diz respeito ao local (espaço físico) onde funciona – ou será implantado – o Parque Eco Industrial. LAMBERT e BOONS (2002), trazem o conceito de Brownfield para áreas degradadas onde já existem indústrias ou empresas instaladas. Em tais casos, a instalação do parque poderia servir, inclusive, para revitalizar o local. No lado oposto temos o que os autores denominam Greenfields: espaços novos onde um parque poderá ser construído ou ainda utilizado na expansão de um parque existente (BALDWIN, 2008). De certa forma, essa classificação está ligada a anterior, pois a instalação de um parque em uma nova área demandaria um estudo e planejamento prévio (o que o classificaria, no caso de um parque eco industrial, como Top-Down).

Além de tratar a questão do tipo de ocupação do terreno (dividindo entre áreas novas denominadas greenfields e áreas degradadas chamadas de brownfields), os autores ainda propõem um segundo tipo de classificação derivada dessa. No caso, sua classificação se baseia tanto nos tipos de empresas/industriais que fazem parte do complexo industrial, como sua distribuição espacial e geográfica (BALDWIN, 2008). São eles:

a) Complexos industriais: indústrias próximas entre si (fisicamente), com laços estreitos e atividades que envolvem um grande consumo de energia e geração de resíduos. Podemos dizer que os autores se referem aos complexos industriais clássicos. (LAMBERT; BOONS, 2002).

b) Parques industriais mistos: atividades industriais, formadas principalmente por pequenas e médias empresas/indústrias com pouco ou nenhum laço entre si. Por se tratar de indústrias menores, as atividades não envolvem um grande consumo energético ou geração de resíduos. (LAMBERT; BOONS, 2002)

c) Parques industriais virtuais: atividades industriais divididas em uma área geográfica maior que incluem uma grande diversidade, mas que possuem uma afinidade entre si. (LAMBERT; BOONS, 2002)

INDÚSTRIA “ÂNCORA”

Outro conceito bastante importante diz respeito ao que denominamos empreendimento, entidade ou indústria âncora (CHERTOW, 2000). Esta posição – ainda que sua presença não seja obrigatória em um parque eco industrial – é ocupada pelo empreendimento responsável pela maior quantidade de fluxos energéticos e materiais. Desta forma, ela seria capaz de prover uma maior integração entre os empreendimentos que formam o parque (PARK et al., 2008) e responsável, em grande medida, por determinar a produção das empresas que dela dependem (LIU et al., 2016). Aqui podemos enxergar – com mais clareza – um dos fatores limitantes do modelo de Parque Eco Industrial: a mera possibilidade de se aproveitar resíduos, materiais e demais fluxos de energia, por si só, não são suficientes para viabilizar a criação de um Parque Eco Industrial. O volume dos fluxos energéticos precisam ser constantes, previsíveis e em volume suficiente para viabilizar as parcerias (LOWE, 1997).



MODELOS DE TRANSIÇÃO

CHINA

A busca pela sustentabilidade é uma tarefa complexa e que demanda um compromisso contínuo e de longo prazo (JIAO; BOONS, 2017). Para viabilizar tais mudanças, uma abordagem multinível de planejamento e execução se faz necessária. Ações de nível micro envolvem diretamente processos que visam uma produção mais limpa ou indústrias específicas, enquanto o nível meso lida com clusters de indústrias, Parque Eco Industriais e cadeias de suprimento mais verdes. Já o nível macro – que veremos nesta seção – faz uso das ferramentas dos níveis inferiores dentro de uma política mais ampla (GENG; SARKIS; ULGIATI, 2016). Neste sentido, quando pensamos em um nível macro, imediatamente lembramos do papel desempenhado pelo Estado no planejamento, elaboração e execução de políticas públicas.

Nos casos da Europa e China, essa busca pela sustentabilidade ocorreu em torno de uma política mais ampla denominada Economia Circular (MCDOWALL et al., 2017). O conceito, primeiramente, apareceu na Europa durante os anos 1980 e 1990 e em 1996 a Alemanha aprovou uma das primeiras leis, tendo a Economia Circular como foco, com o intuito de reduzir o uso da terra no descarte de resíduos e buscar uma produção mais sustentável (YONG GENG, JOSEPH SARKIS, SERGIO ULGIATI, 2013). Na China, por sua vez, os conceitos da Economia Circular apareceram nos anos 1990 e tiveram sua inspiração em exemplos oriundos da Europa, Estados Unidos e Japão. O foco era a busca por uma produção mais limpa e uma redução dos danos ambientais por, entre outras coisas, a introdução de conceitos como a Ecologia Industrial (MCDOWALL et al., 2017).



Apesar dos conceitos terem sido introduzidos na China ainda nos anos 1990, foi apenas em 2002 em que o governo chinês os adotou como uma estratégia de desenvolvimento (MCDOWALL et al., 2017). A adoção realmente oficial – na forma de lei – veio alguns anos depois em 2009 e desde então diversos planos estão sendo traçados e executados. Agências governamentais vêm trabalhando no desenvolvendo de políticas tributárias (incentivos fiscais) que apoiam a recuperação e reuso de recursos em práticas industriais. Além disso, bilhões de dólares foram investidos em projetos-piloto voltados aos princípios da Economia Circular, desde aplicações de técnicas de produção limpa em setores específicos até o desenvolvimento de parques eco industriais em níveis municipais e regionais (YONG GENG, JOSEPH SARKIS, SERGIO ULGIATI, 2013).

UNIÃO EUROPEIA

No caso da União Europeia, a primeira iniciativa oficial se deu em 2011 através do plano “roadmap for a resource efficient Europe” capitaneada pela Comissão Europeia. Anos depois, em 2015, ela foi substituída pelo plano de ação “Closing the Loop—An Action Plan for the Circular Economy” (MCDOWALL et al., 2017). Ao ler o documento, podemos identificar as políticas propostas em diversas áreas diferentes:

Produção: incluir as questões de durabilidade, reparabilidade e reciclabilidade no design dos produtos (Eco-Design). Incentivos para uma produção mais limpa: liberação de recursos para pesquisa e desenvolvimento, criação de centros de pesquisa e incentivos para a promoção da Simbiose Industrial (mudanças na legislação para permitir que resíduos de uma indústria seja utilizada como matéria-prima para a produção de outra).

Consumo: introdução e melhoria do sistema de etiquetagem de produtos relativa a uma gama mais ampla tais como durabilidade, eficiência energética e impacto ambiental durante sua produção. Com isso, facilitando uma escolha mais consciente por parte dos consumidores. Aumento do tempo de garantia dos produtos e incentivar novos tipos de consumo (incluindo modelos baseados em aluguel, empréstimo ou compartilhamento de produtos).

Gestão de Resíduos: a gestão dos resíduos ocupa uma posição de grande destaque no contexto da Economia Circular. A hierarquia dos resíduos, dentro da União Europeia, determina uma ordem de prioridade para destinação desses resíduos: desde a prevenção (menor geração), passando pela preparação para a reutilização, a reciclagem e a recuperação de energia (transformar o lixo em energia), até à eliminação (deposição em aterro, por exemplo).

Resíduos a recursos (impulsionar o mercado das matérias-primas secundárias e a reutilização da água): os materiais que podem ser reciclados são reinjetados na economia como novas matérias-primas, aumentando assim a segurança do abastecimento. Aqui, os principais fatores limitantes a transpor seriam garantir a qualidade desses resíduos a serem empregados como matérias-primas e facilitar sua circulação entre os países.

Domínios Prioritários: setores que enfrentam desafios específicos no âmbito da economia circular, devido a especificidade dos seus produtos, cadeias de valor, por sua pegada ambiental ou pelo fato de dependerem de materiais provenientes de outros países. São eles: plásticos, desperdício de alimentos, matérias-primas essenciais (em especial, na eletrônica), construção e demolição e Biomassa e produtos de base biológica.

Inovação, investimento e outras medidas horizontais: A transição para uma economia circular é uma mudança sistêmica. Para além das ações específicas que incidem em cada fase da cadeia de valor e nos setores-chave, é necessário criar condições mais propícias ao desenvolvimento da economia circular e à mobilização de recursos. O desenvolvimento da economia circular também exigirá fontes de financiamento públicas e privadas para aperfeiçoar tecnologias, melhorar processos, desenvolver infraestruturas e aumentar a cooperação entre os parceiros na cadeia de valor. Estes objetivos contarão com apoio por parte de programas de financiamento da UE como os da política de coesão, o Programa para o Ambiente e a Ação Climática (LIFE) e o Programa para a Competitividade das Empresas e PME (COSME).

Controle: construção de indicadores confiáveis para medir os progressos realizados rumo a Economia Circular.

CORÉIA DO SUL

A Coréia do Sul percorreu um outro caminho e se diferencia dos exemplos anteriores. Em sua busca por um rápido desenvolvimento econômico, se apoiou, a partir dos anos 1960, na instalação de indústrias leves (têxteis e calçados) com mão de obra pouco qualificada. No entanto, com a concorrência crescente, o país lançou um plano, na década seguinte, com o objetivo de desenvolver grandes parques industriais voltado a indústrias pesadas (PARK; PARK; PARK, 2016). Nas décadas seguintes, a Coréia do Sul passou novamente por mudanças em suas estratégias. Durante os anos 1980, experimentou um crescimento de pequenos parques industriais em áreas rurais e cidades menores e na década seguinte mudou sua estratégia mais uma vez (YEDLA; PARK, 2017).

Desta vez, buscando industriais e empresas de voltadas a tecnologia e conhecimento. Finalmente, nos anos 2000, novas políticas foram criadas para promover indústrias de alta tecnologia, indústrias verdes e indústrias inovadoras para aumentar a competitividade dos complexos industriais existentes (PARK; PARK; PARK, 2016).

Foi justamente pensando na transformação e revitalização de seus grandes parques industriais, criados a partir da década de 1960, que a política de promoção da simbiose industrial coreana se apoiou (BOONS et al., 2017). Para tanto, em 2005 o país deu início a um plano mestre programado para durar 15 anos (PARK et al., 2008). Inicialmente sob o comando de uma entidade privada chamada de Korea National Cleaner Production Center (KNCPC), no ano seguinte com a participação Korea Industrial Complex Corporation (KICOX) ligado ao governo (atualmente o que seria o Ministério de Comércio, Indústria e Energia), foi dado início ao plano dividido em três partes (BEHERA et al., 2012):

·2005-2009 (primeira fase): desenvolvimento de estudos de viabilidade e projetos-piloto, cujo objetivo era operar a transição dos grandes complexos industriais tradicionais em Parques Eco Industriais. Para tanto, era necessário compreender e mapear os fluxos de materiais e energia entre os complexos industriais, coletando dados sobre entradas e saídas de matérias-primas, produtos, subprodutos e resíduos nos cinco locais selecionados para a etapa de demonstração. (PARKS; WON, 2007).

·2010-2014 (segunda fase): disseminação dos conhecimentos, ideias e as experiências adquiridas na fase anterior a 8 novos locais de demonstração e 30 complexos industriais (BEHERA et al., 2012). Colocando de outra forma, podemos considerar que essa seria uma fase de consolidação dos conhecimentos adquiridos durante a primeira fase e sua expansão (PARK; PARK; PARK, 2019).

·2015-2019 (terceira fase): o objetivo da última fase é avaliar os sucessos e falhas das duas primeiras fases e reavaliar, caso seja necessário, as estratégias adotadas (PARK et al., 2008). O objetivo final, eventualmente, seria a busca por um modelo de Parque Eco Industrial realmente adaptado a realidade sul-coreana e a integração dos complexos industriais com as áreas urbanas adjacentes (PARK; PARK; PARK, 2019).

Como podemos perceber, a Coreia do Sul adotou uma estratégia de crescimento e disseminação estruturada e gradual da Simbiose Industrial em sua busca pela sustentabilidade e competitividade (PARK; PARK; PARK, 2019).

PRINCIPAIS RESULTADOS

Uma das ferramentas utilizadas para reunir elementos para a elaboração de nosso conjunto de diretrizes foi a revisão sistemática da literatura. Para que fosse possível delimitar melhor o tema pesquisado e na impossibilidade de lidar com muitos milhares de resultados, optamos pela combinação de duas palavras-chave: “eco-industrial park” e “design”. Como critérios para inclusão em nossa lista, buscamos apenas artigos completos publicados em revistas, que fossem revisados por pares e publicados em inglês. Uma vez que o número total de artigos não foi muito expressivo (145) optamos por não utilizar nenhum tipo de recorte temporal e analisar todos os resultados encontrados. Em seguida, foram elaboradas 11 categorias de análise utilizadas para classificar os 41 artigos selecionados nessa etapa.

A seguir apresentaremos os resultados das principais categorias:

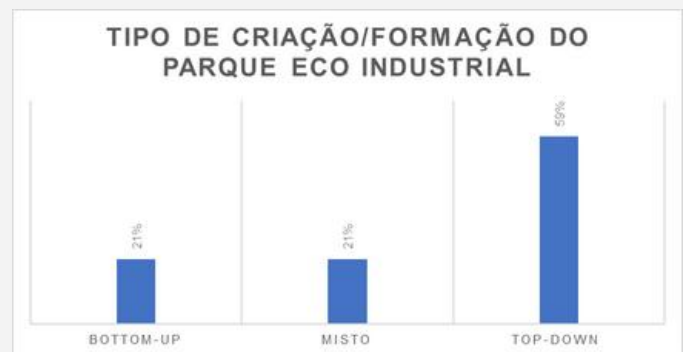
SETOR ANALISADO

Uma vez que o conceito principal no qual os parques eco industriais estão inseridos é a Simbiose Industrial (CHERTOW, 2000), o setor de serviços, muitas vezes, acaba não sendo considerado como potencial parceiro nesta busca pela sustentabilidade. No caso dos artigos selecionados, 87% têm como foco único o setor industrial e apenas uma pequena parte (os 13% restantes) acaba trazendo conceitos, análises ou experiências envolvendo o setor de serviços, mas sempre no papel de coadjuvante.



FORMAÇÃO DOS PARQUES ECO INDUSTRIAIS

Nesta categoria, o que se buscou foi classificar os parques eco industriais abordados nos artigos de acordo com a forma como foram criados. Parques Eco Industriais do tipo Bottom-Up seriam aqueles que acabaram se organizando de modo orgânico e sem interferências diretas, como é famoso caso de Kalundborg na Dinamarca. O tipo Top-Down seriam aqueles onde ocorreu um planejamento prévio para que ele operasse de forma simbiótica (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).



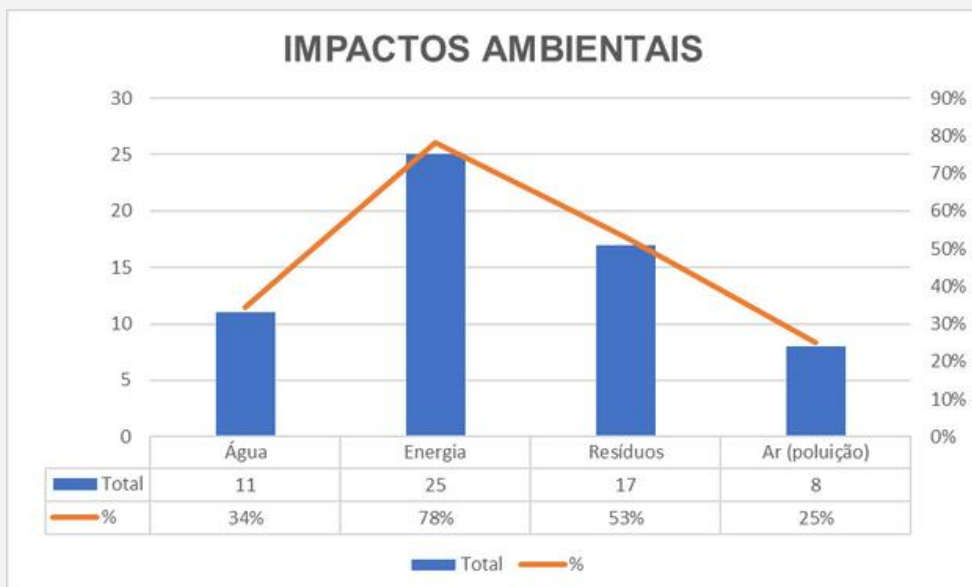
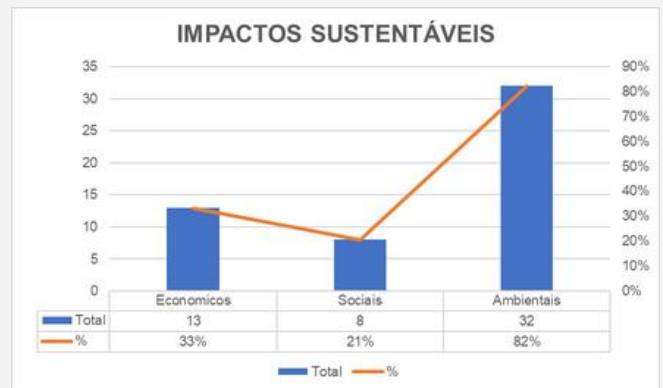
TIPOS DE FOMENTO

Nesta categoria, o que se buscou foi mapear a forma como os Parques Eco Industriais vêm sendo criados e mantidos. O que fica claro, observando os resultados, é que as ações que buscam a sustentabilidade acabam envolvendo, conjuntamente, o Estado e a iniciativa privada (esse tipo de financiamento está presente em 77% dos artigos selecionados). Colocado de outra forma, a busca pela sustentabilidade, muito provavelmente, será uma tarefa a ser repartida entre o Estado e a Sociedade.



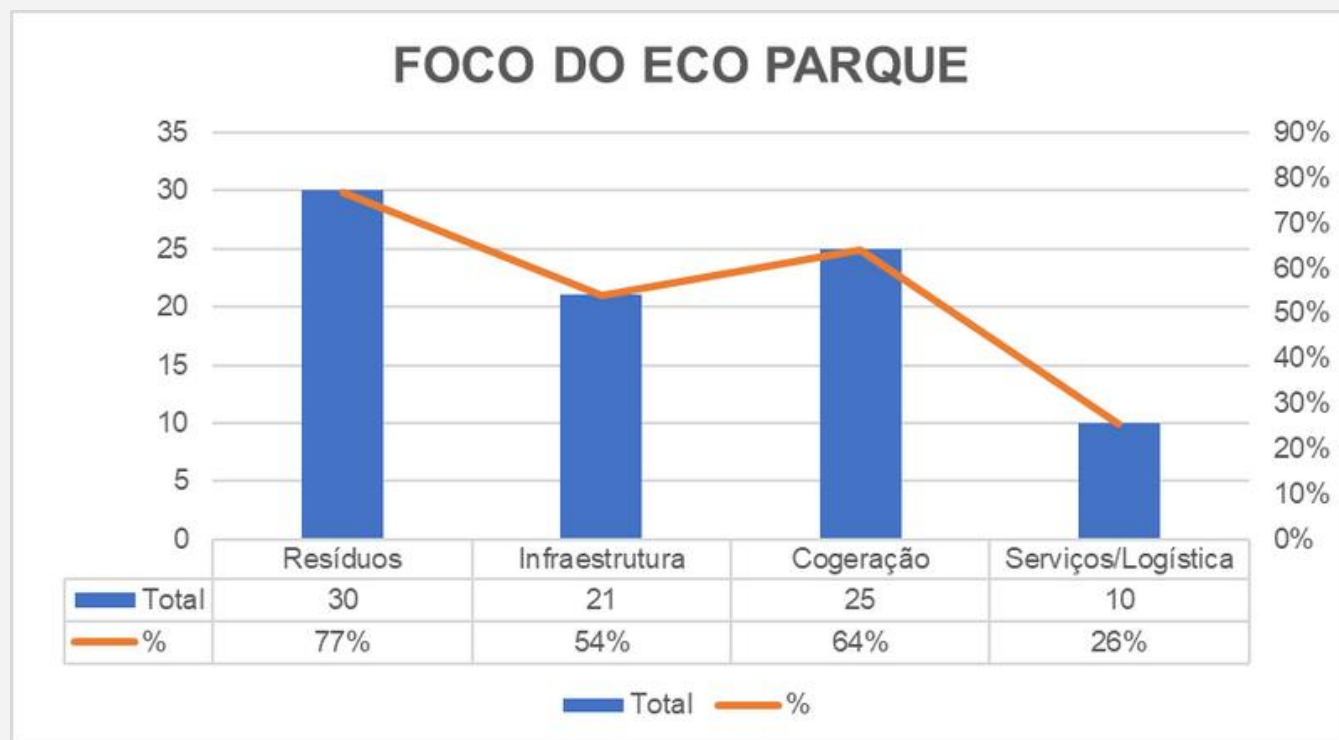
IMPACTOS SUSTENTÁVEIS

Quando observamos em detalhes os impactos ambientais, temos na energia (na forma de reaproveitamento energético ou cogeração) o impacto sustentável mais presente (78%). Em seguida temos o reaproveitamento dos resíduos sólidos (53%); reaproveitamento de água (34%); e reaproveitamento de gases (prevenção de poluição) aparecendo em ¼ dos artigos selecionados. Assim como acontece na primeira parte dessa categoria, os artigos podem abordar mais de um impacto ambiental. Desta forma, o total será superior a 100%.



FOCO DO PARQUE ECO INDUSTRIAL

Nesta que talvez seja uma das categorias mais importantes na tarefa de reunir elementos para a construção de nosso conjunto de diretrizes, buscamos mapear os principais focos – e interações – verificadas nos parques eco industriais ou exploradas, de outras formas, nos artigos.



DIRETRIZES

MACRO

Uma vez que o principal objetivo deste trabalho é apresentar diretrizes para a implantação de Parques Eco Industriais no Brasil, entendemos que o exemplo sul coreano, por se focar exatamente nesta questão – além de sua flexibilidade e das características da própria Coréia do Sul como país emergente – faz dele uma base sólida para esta tarefa. No entanto, não podemos deconsiderar as diferenças existentes nesses dois países.

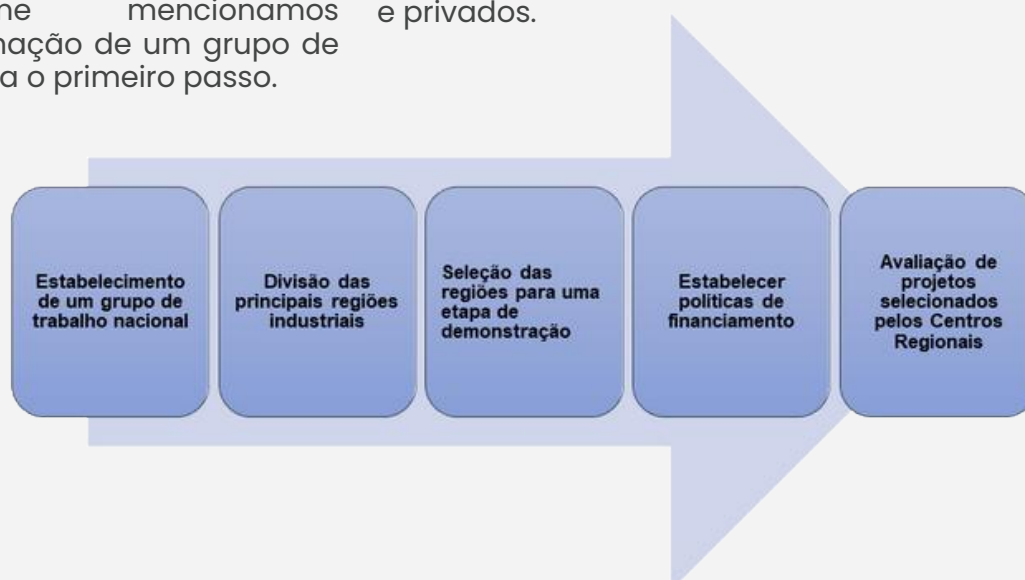
Ainda que o plano coreano tenha sido pensado, planejado e executado de forma nacional, podemos dizer que os elementos mais importantes se encontram em um nível regional (PARK; PARK; PARK, 2019). Sendo assim – e dadas as diferenças regionais brasileiras – entendemos que a formação de um grupo de trabalho nacional seja essencial para definir suas metas e objetivos, mas também deliberar como realizar a divisão do território em termos de regiões industriais, pois seriam dentro dessas fronteiras – assim como no modelo coreano – que operariam os Centros Regionais. Dependendo dos critérios e dada nossas disparidades regionais, alguns estados da federação mais industrializados poderiam acabar contando com vários Centros Regionais. Enquanto outros, não teriam nenhum.

Portanto, pensando do ponto de vista macro, podemos estabelecer algumas ações gerais necessárias para que o processo de transição possa ocorrer. Neste sentido, conforme mencionamos anteriormente, a formação de um grupo de trabalho nacional seria o primeiro passo.

Este grupo – formado por especialistas, acadêmicos, representantes da indústria, políticos e representantes sociedade civil – teria, entre suas principais funções, a tarefa de mapear e dividir as regiões industriais de forma a equilibrar a importância econômica da região e buscar um desenvolvimento de regiões menos desenvolvidas.

Posteriormente, também ficariam responsáveis pela avaliação final dos projetos elaborados e enviados pelos centros regionais. Em especial, aqueles que seriam elegíveis a receber financiamento por parte dos governos.

No caso coreano, o governo não pretendia que seu apoio financeiro fornecesse todos os investimentos necessários para realizar a simbiose industrial. Ao invés disso, os fundos governamentais destinavam-se a ajudar as empresas a examinarem potenciais benefícios econômicos na fase do estudo de viabilidade (PARK; PARK; PARK, 2016). No caso brasileiro, as universidades públicas poderiam ocupar uma posição de destaque nesse sentido, pois estão espalhadas por todas as regiões do país e contam com docentes, técnicos e discentes que poderiam auxiliar nesse processo através de parcerias e editais específicos. Outras formas de apoio também seriam importantes, mas serão abordadas na seção seguinte. Importante salientar que, durante a revisão sistemática, encontramos uma grande prevalência de casos (77% do total) em que os incentivos para a criação e manutenção dos parques eco industriais vinham de forma mista dos setores públicos e privados.



MESO

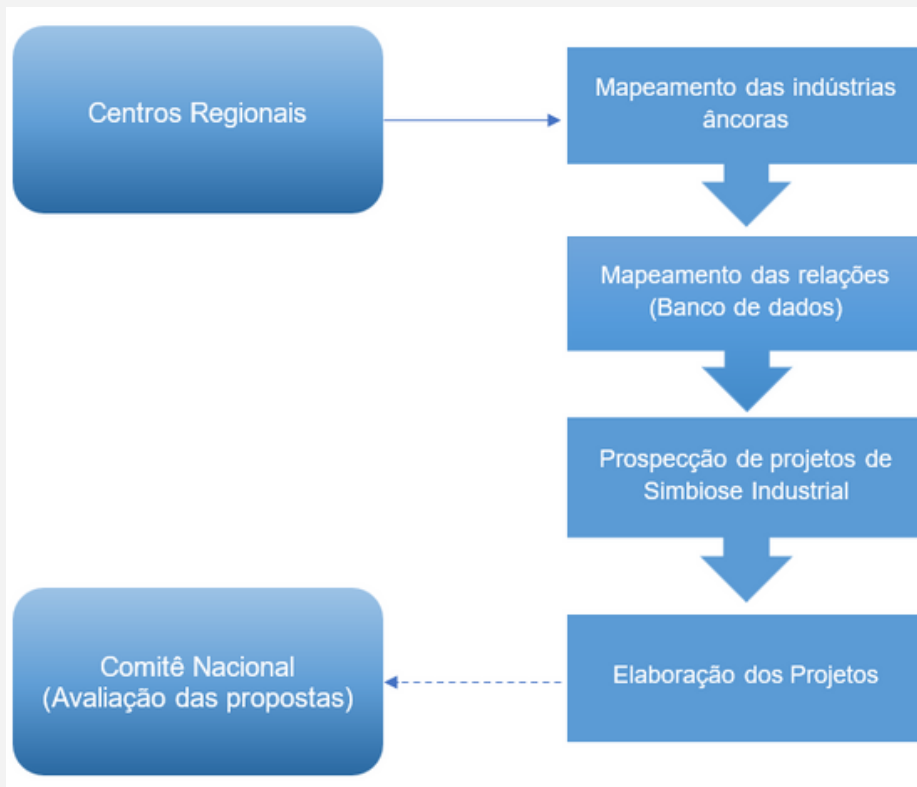
Assim como ocorreu no modelo coreano, consideramos o nível regional como o mais importante para incentivar a simbiose industrial (PARK; PARK; PARK, 2019). Neste sentido, o estabelecimento dos centros regionais para a promoção da simbiose industrial ocuparia o ponto central no modelo. Em nossa pesquisa, encontramos uma prevalência para modelos do tipo Top-Down na implantação dos parques eco industriais (59% dos trabalhos). No entanto, entendemos a participação de todos os stakeholders na tomada de decisões como ponto crucial para o sucesso. Portanto, ainda que os modelos mistos – que mesclam elementos Bottom-up e Top-Down – representem apenas 21% dos casos, este seria o modelo mais adequado por acomodar os pontos de vista e demandas de todos os envolvidos.

Importante mencionar que um dos elementos menos abordados – ou negligenciados – nos artigos selecionados foi o aspecto social da sustentabilidade (mencionado em 36% dos artigos). Neste sentido – ao menos no Brasil – não podemos deixar de considerar o impacto negativo das atividades industriais nas populações locais (CEGLIA; ABREU; DA SILVA FILHO, 2017) como um elemento central a ser considerado em nossa diretrizes. Desta forma, consideramos crucial a participação de representantes destas comunidades nos centros regionais, juntamente – assim como ocorreu na coreia do sul – com representantes das indústrias, empresas, governos locais e da comunidade acadêmica (SHAH; DONG; PARK, 2020).



Entendemos que promover benefícios adicionais a projetos que tenham um impacto positivo nessas comunidades locais ou nas cidades próximas como uma característica importante a ser considerada no caso brasileiro. Aqui retornamos ao famoso exemplo de Kalundborg – na Dinamarca – onde os fluxos térmicos excedentes são direcionados para prover o aquecimento de milhares de residências na região (VALENZUELA-VENEGAS et al., 2018). Desta forma, a criação de mecanismos de financiamento público para a execução de projetos que revertam em ganhos sociais, pode ser uma importante estratégia a ser adotada.

Uma das principais tarefas em que os centros regionais poderiam atuar seria na prospecção de projetos de simbiose industrial (maiores detalhes na figura). Tanto naqueles com foco entre as indústrias quanto em projetos de simbiose que pudessem resultar em impactos positivos para as comunidades locais. Entre as estratégias a serem adotadas para atingir essa finalidade, assim como no caso coreano, estaria a criação de banco de dados com os resultados do mapeamento das relações encontradas nas regiões industriais (PARK et al., 2008). No entanto, baseado nas pesquisas realizadas para o presente trabalho, sugerimos uma etapa anterior: o mapeamento de indústrias que pudessem atuar como “âncoras”, pois elas acabam tendo um papel central na viabilidade de um parque eco industrial à medida em que tem a capacidade de fornecer um suprimento constante aos demais parceiros (WANG et al., 2015). Este acaba sendo um ponto muito importante, pois o fato de um determinado resíduo ou subproduto possa ser usado como matéria-prima para outro processo produtivo não garante a viabilidade da simbiose. Também é necessário manter um determinado suprimento para que ela seja realmente economicamente viável (BALDWIN, 2008).



MICRO

Dentre as discussões teóricas mais importantes, a forma como essas relações são forjadas é uma questão que não pode ser ignorada. Nesse sentido, antes de entrarmos nos principais tipos de trocas a serem perseguidas, entendemos que – assim como o mapeamento das indústrias âncora proposta na etapa meso – existe uma tarefa importante a ser realizada antes de planejar novas relações: a busca por casos espontâneos de simbiose industrial. Ainda que a identificação de um sistema complexo seja bastante improvável, tais relações espontâneas podem servir como ponto de partida para o estabelecimento de novas conexões (CHERTOW, 2007).

Assim como a existência de uma importante indústria âncora, identificar a presença de casos de Simbiose Industrial espontâneos poderiam servir como critérios importantes para a seleção de projetos ou mesmo quais regiões participariam da etapa piloto.

Como ponto possivelmente negativo, é importante mencionar que, analisando o caso da Coreia do Sul, a presença de casos pré-existentes de simbiose industrial ou mesmo o incentivo de novas relações planejadas não resultaram na expansão, de forma orgânica, da criação de novas relações (PARK; PARK; PARK, 2019). Tal fato, de acordo com estudos realizados, pode estar associado a falta de integração entre as questões ambientais e a tomada de decisões gerenciais dentro das organizações coreanas, o que acabou por bloquear o desenvolvimento espontâneo da Simbiose Industrial (PARK; PARK; PARK, 2019). Ainda assim, mesmo sem resultar em um aumento natural dos casos de Simbiose Industrial, sucesso do projeto e o compartilhamento de suas conquistas econômicas e ambientais aumentaram o interesse de outras empresas e stakeholders na região, gerando confiança sobre a iniciativa e, portanto, criando impulso para o programa de transição como um todo (PARK; PARK; PARK, 2016).

Caso a busca por essas relações não renda resultados concretos, ainda é possível buscar por redes e parcerias pré-existentes que poderiam servir como ponto de partida para fomentar novas parceiras (CHERTOW, 2007)

Partindo para os principais tipos de relações a serem perseguidas, quando analisamos os dados coletados durante nossa revisão sistemática, encontramos algumas informações interessantes e que podem nos guiar nessa etapa. Observando os resultados das categorias 8 (impactos ambientais) e 11 (foco do parque eco industrial), verificamos uma forte concentração em dois aspectos em especial: o reaproveitamento de resíduos e a cogeração energética. Quando voltamos ao modelo sul-coreano, no que diz respeito aos tipos de trocas perseguidas na primeira etapa do plano, encontramos exatamente essas relações como os principais alvos (PARK; PARK; PARK, 2016).

Mais uma vez, o que o exemplo sul-coreano nos mostra – pensando do ponto de vista dos custos, taxas de retorno e tempo de execução – é uma grande vantagem em favor dos projetos visando o reaproveitamento de resíduos (PARK; PARK; PARK, 2019). No entanto, caso tais projetos beneficiasse apenas as empresas diretamente envolvidas nos fluxos, não faria muito sentido que houvesse um financiamento direto do governo além do já fornecido através do apoio dos Centros Regionais ou possíveis disponibilizações de linhas de crédito específicas para este fim.

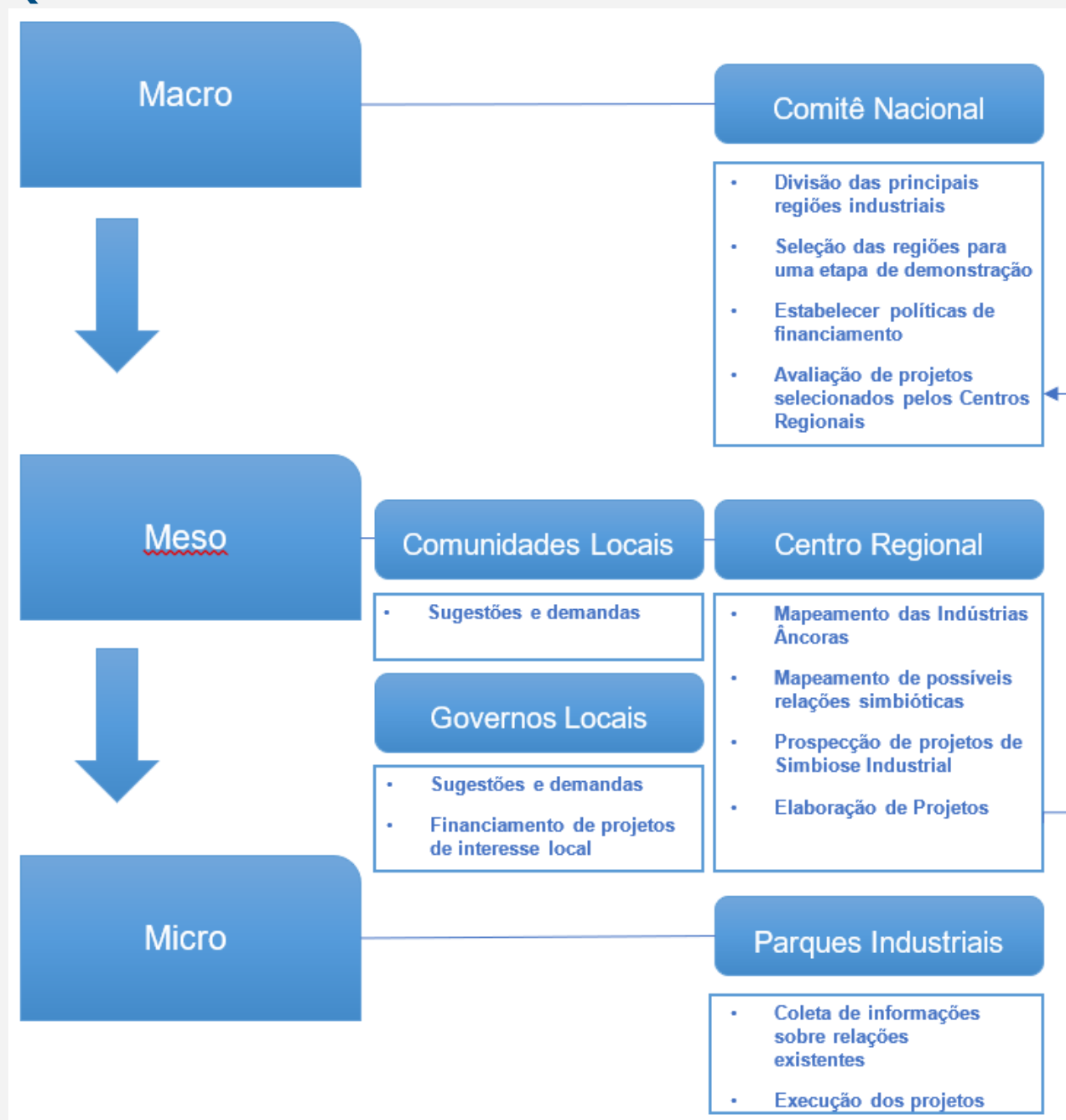
RESUMO DAS DIRETRIZES

Na figura a seguir apresentamos uma visão geral das diretrizes propostas. Destacamos, no nível Macro, o papel do “Comitê Nacional” que teria entre suas principais atribuições a tarefa de dividir e selecionar as regiões que iriam participar do processo de transição. Além disso, também cabeira a ele a função de estabelecer diretrizes para o financiamento e atuar como uma banca de avaliação dos projetos propostos pelos centros regionais.

No nível Meso, onde estão concentrados os principais stakeholders, destacamos a importância da elaboração dos projetos que serão submetidos ao comitê nacional e posteriormente colocados em prática. Tais projetos, contemplariam, preferencialmente – no caso de buscarem financiamento estatal – com as sugestões e demandas de governos e comunidades diretamente impactadas pelos complexos industriais. Caberia também aos Centros Regionais, a tarefa de mapear os principais fluxos de materiais e energia, para que novas relações simbióticas pudessem ser propostas e identificar as principais “indústrias âncoras” na região.

Finalmente, no nível local (micro) caberia duas importantes tarefas: buscar por relações – geralmente bilaterais – de simbiose industrial estabelecidas de forma espontânea e a execução dos projetos.

QUADRO RESUMO



REFERÊNCIAS

- AL-QURADAGHI, S.; ZHENG, Q. P.; ELKAMEL, A. Generalized framework for the design of eco-industrial parks: Case study of end-of-life vehicles. *Sustainability (Switzerland)*, [s. l.], v. 12, n. 16, 2020.
- BALDWIN, J. S. Industrial ecosystems: An evolutionary classification scheme. *Progress in Industrial Ecology*, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 277–301, 2008.
- BEHERA, S. K. S. K. K. et al. Evolution of “designed” industrial symbiosis networks in the Ulsan Eco-industrial Park: “Research and development into business” as the enabling framework. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 29–30, p. 103–112, 2012.
- BOONS, F. et al. Industrial Symbiosis Dynamics and the Problem of Equivalence: Proposal for a Comparative Framework. *Journal of Industrial Ecology*, [s. l.], v. 21, n. 4, p. 938–952, 2017.
- CEGLIA, D.; ABREU, M. C. S. de; DA SILVA FILHO, J. C. L. Critical elements for eco-retrofitting a conventional industrial park: Social barriers to be overcome. *Journal of Environmental Management*, [s. l.], v. 187, p. 375–383, 2017.
- CHERTOW, M. R. Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment*, [s. l.], v. 25, p. 313–337, 2000.
- CHERTOW, M. R. “Uncovering” industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 11–30, 2007.
- GENG, Y.; SARKIS, J.; ULGIATI, S. Sustainability, well-being, and the circular economy in China and worldwide. *Science*, [s. l.], v. 6278, n. Supplement, p. 73–76, 2016.
- GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 114, p. 11–32, 2016.
- JIAO, W.; BOONS, F. Policy durability of Circular Economy in China: A process analysis of policy translation. *Resources, Conservation and Recycling*, [s. l.], v. 117, p. 12–24, 2017.
- KORHONEN, J.; HONKASALO, A.; SEPPÄLÄ, J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, [s. l.], v. 143, p. 37–46, 2018.
- LAMBERT, A. J. D.; BOONS, F. A. Eco-industrial parks: Stimulating sustainable development in mixed industrial parks. *Technovation*, [s. l.], v. 22, n. 8, p. 471–484, 2002.
- LE TELLIER, M. et al. Towards sustainable business parks: A literature review and a systemic model. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 216, p. 129–138, 2019.
- LIU, Z. et al. Uncovering key factors influencing one industrial park’s sustainability: A combined evaluation method of emergy analysis and index decomposition analysis. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 114, p. 141–149, 2016.
- LOWE, E. A. E. A. Creating by-product resource exchanges: strategies for eco-industrial parks. *Journal of cleaner production*, [s. l.], v. 5, n. 1–2, p. 57–65, 1997.
- MCDOWALL, W. et al. Circular Economy Policies in China and Europe. *Journal of Industrial Ecology*, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 651–661, 2017.
- NESS, D. Sustainable urban infrastructure in China: Towards a Factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure systems. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 288–301, 2008.
- PARK, H. S. et al. Strategies for sustainable development of industrial park in Ulsan, South Korea—From spontaneous evolution to systematic expansion of industrial symbiosis. *Journal of Environmental Management*, [s. l.], v. 87, n. 1, p. 1–13, 2008.

PARK, J. M.; PARK, J. Y.; PARK, H. S. A review of the National Eco-Industrial Park Development Program in Korea: Progress and achievements in the first phase, 2005–2010. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 114, p. 33–44, 2016.

PARK, J.; PARK, J. M.; PARK, H. S. Scaling-Up of Industrial Symbiosis in the Korean National Eco-Industrial Park Program: Examining Its Evolution over the 10 Years between 2005–2014. *Journal of Industrial Ecology*, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 197–207, 2019.

PARKS, H.-S. P.; WON, J.-Y. Ulsan Eco-industrial Park: Challenges and Opportunities. *Journal of Industrial Ecology*, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 11–13, 2007.

PRIETO-SANDOVAL, V.; JACA, C.; ORMAZABAL, M. Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 179, p. 605–615, 2018.

SHAH, I. H.; DONG, L.; PARK, H. S. H.-S. Tracking urban sustainability transition: An eco-efficiency analysis on eco-industrial development in Ulsan, Korea. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 262, p. 121286, 2020.

VALENZUELA-VENEGAS, G. et al. A resilience indicator for Eco-Industrial Parks. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 174, p. 807–820, 2018.

WANG, J. et al. Eco-transformation strategy for traditional industrial parks in China: Perspectives from system engineering theory. *Environmental Engineering and Management Journal*, [s. l.], v. 14, n. 10, p. 2309–2318, 2015.

YEDLA, S.; PARK, H. S. Eco-industrial networking for sustainable development: review of issues and development strategies. *Clean Technologies and Environmental Policy*, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 391–402, 2017.

YONG GENG, JOSEPH SARKIS, SERGIO ULGIATI, P. Z. Measuring China's Circular Economy. *Science*, [s. l.], v. 339, 2013.

Discente: André Figueiredo Fonseca
Ribeiro

Orientador: professor Dr. Marco Antônio
Ferreira

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná

22 de novembro de 2023