



# Sustentabilidade e Circularidade: Estudo no Polo Industrial de Manaus

Sustainability and Circularity: Study in the Manaus Industrial Pole

Sostenibilidad y Circularidad: Estudio en el Polo Industrial de Manaus

**Thiago Azevedo Conte de Melo<sup>1</sup>**

[thiago.melo@suframa.gov.br](mailto:thiago.melo@suframa.gov.br)

<http://lattes.cnpq.br/6182963187229105>

<https://orcid.org/0009-0005-1432-6612>

**Marcelo Albuquerque de Oliveira<sup>2</sup>**

[marcelooliveira@ufam.edu.br](mailto:marcelooliveira@ufam.edu.br)

<http://lattes.cnpq.br/3181349086683086>

<https://orcid.org/0000-0003-2496-646X>

**Sara Raquel Gomes de Sousa<sup>2</sup>**

[sara.gomes@ufam.edu.br](mailto:sara.gomes@ufam.edu.br)

<http://lattes.cnpq.br/4078237633226142>

<https://orcid.org/0000-0001-8996-7514>

Superintendência da Zona Franca de Manaus, SUFRAMA, Brasil<sup>1</sup>  
Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Brasil<sup>2</sup>

**Recebido em:** 17/09/2024 / **Revisão:** 17/09/2024 / **Aprovado em:** 05/12/2024

**Editores responsáveis:** Prof. Dr. Antônio Giovanni Figliuolo Uchôa e Prof. Dr. Jonas Fernando Petry

**Processo de Avaliação:** Double Blind Review

**DOI:** <https://10.47357/ufambr.v6i2.16177>

## Resumo

O presente estudo visa investigar as políticas públicas de economia circular implementadas em diversos países e sua aplicabilidade no Polo Industrial de Manaus (PIM). Utilizando uma abordagem metodológica que combina revisão bibliográfica e aplicação de questionários, o objetivo é compreender as políticas adotadas e as práticas das empresas instaladas no PIM. A amostra, composta por 153 empresas, revelou que a maioria implementa gestão de resíduos (66,20%) e utiliza fontes de energia renovável (25,5%). No entanto, identificaram-se barreiras significativas, como falta de recursos econômicos e escassez de mão de obra qualificada. Adicionalmente, muitas empresas não utilizam novas tecnologias e não realizam a substituição de tecnologias tradicionais por verdes. Os resultados indicam a necessidade de políticas públicas que incentivem a adoção de práticas circulares e abordem as barreiras econômicas e tecnológicas enfrentadas pelas empresas do PIM. Este estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre economia circular e o desenvolvimento de estratégias que promovam a sustentabilidade e competitividade das empresas na região.

**Palavras-chave:** Economia Circular. PIM. SUFRAMA. Desenvolvimento regional.

## Sustainability and Circularity: Study in the Manaus Industrial Pole

### Abstract

The present study aims to investigate public policies on circular economy implemented in various countries and their applicability in the Manaus Industrial Pole (PIM). Using a methodological approach that combines literature review and questionnaire application, the objective is to understand the policies adopted and the practices of companies located in the PIM. The sample, composed of 153 companies, revealed that the majority implement waste management (66.20%) and use renewable energy sources (25.5%). However, significant barriers were identified, such as a lack of economic resources and a shortage of qualified workforce. Additionally, many companies do not use new technologies and do not replace traditional technologies with green ones. The results indicate the need for public policies that incentivize the adoption of circular practices and address the economic and technological barriers faced by PIM companies. This study contributes to advancing knowledge about circular economy and developing strategies that promote sustainability and competitiveness of companies in the region.

**Keywords:** Circular Economy. PIM. SUFRAMA. Regional Development.

## Sostenibilidad y Circularidad: Estudio en el Polo Industrial de Manaus

### Resumen

El presente estudio tiene como objetivo investigar las políticas públicas de economía circular implementadas en varios países y su aplicabilidad en el Polo Industrial de Manaus (PIM). Utilizando un enfoque metodológico que combina revisión de literatura y aplicación de cuestionarios, el objetivo es comprender las políticas adoptadas y las prácticas de las empresas ubicadas en el PIM. La muestra, compuesta por 153 empresas, reveló que la mayoría implementa gestión de residuos (66,20%) y utiliza fuentes de energía renovable (25,5%). Sin embargo, se identificaron barreras significativas, como la falta de recursos económicos y la

escasez de mano de obra calificada. Además, muchas empresas no utilizan nuevas tecnologías y no sustituyen las tecnologías tradicionales por las verdes. Los resultados indican la necesidad de políticas públicas que incentiven la adopción de prácticas circulares y aborden las barreras económicas y tecnológicas que enfrentan las empresas del PIM. Este estudio contribuye al avance del conocimiento sobre la economía circular y al desarrollo de estrategias que promueven la sostenibilidad y competitividad de las empresas en la región.

**Palabras clave:** Economía Circular. PIM. SUFRAMA. Desarrollo Regional.

## 1. INTRODUÇÃO

A economia circular tem emergido como uma abordagem fundamental para enfrentar os desafios contemporâneos de sustentabilidade, promovendo a eficiência no uso de recursos, a redução de resíduos e o crescimento econômico sustentável (Fundação Ellen MacArthur, 2015). Diferente do modelo econômico linear tradicional, que segue o padrão de produção, consumo e descarte, a economia circular propõe um ciclo contínuo de reutilização, reciclagem e regeneração de recursos. Este modelo busca maximizar o valor dos materiais e minimizar os impactos ambientais, contribuindo para a sustentabilidade a longo prazo.

No contexto industrial, a implementação de políticas públicas é crucial para impulsionar essa transição para a economia circular. Contudo, a efetivação dessas políticas enfrenta diversos desafios, especialmente em regiões onde a infraestrutura e os recursos tecnológicos são limitados. Um exemplo notável é o Polo Industrial de Manaus (PIM), que desempenha um papel significativo na economia brasileira, mas que também enfrenta obstáculos únicos devido à sua localização geográfica e estrutura industrial.

O Polo Industrial de Manaus, além de sua relevância econômica, é uma região que exige uma análise cuidadosa das práticas sustentáveis, dado seu impacto ambiental potencial e a necessidade de preservação da Amazônia. No entanto, a transição do PIM para um modelo de economia circular requer não apenas a adaptação das empresas às novas práticas, mas também o desenvolvimento de políticas públicas que suportem essa transformação. Neste cenário, torna-se essencial compreender como as empresas do PIM estão lidando com esses desafios e quais são as barreiras que enfrentam na implementação de práticas circulares.

Este estudo tem como objetivo investigar as políticas públicas de economia circular implementadas em diversos países e avaliar sua aplicabilidade no contexto do Polo Industrial de Manaus. Através de uma abordagem metodológica que combina revisão bibliográfica e aplicação de questionários, buscamos identificar as práticas adotadas pelas empresas do PIM, as barreiras enfrentadas, e as oportunidades para o desenvolvimento de estratégias que promovam a sustentabilidade e competitividade na região. Assim, este trabalho pretende contribuir para o avanço do conhecimento sobre economia circular e auxiliar na formulação de políticas que possam efetivamente suportar a transição do PIM para uma economia mais sustentável.

## 2. REFERÊNCIA TEÓRICO

Muitas organizações estão procurando as abordagens circulares para se afastar do modo tradicional de produção por meio da adoção de sistemas holísticos. O objetivo disso é reter recursos valiosos com o intuito de regenerar ou, pelo menos, não fazer mal aos sistemas vivos (que fornecem os nossos serviços essenciais), e equilibrar as necessidades da humanidade com as limitações de nosso planeta vivo. O Fórum Econômico Mundial – FEM, A UE e a China estão pesquisando, investindo e promovendo a Economia Circular (Weetman, 2019).

Em 2014, o FEM, com apoio de pesquisas e ideias da EMF e da McKinsey (Weetman, 2019), lançou uma iniciativa conjunta de “escalada” da economia circular, o projeto MainStream. CEO’s de nove empresas globais – Averda, BT, Tarkett, Royal DSM, Ecolab, Indorama Ventures, Philips, SUEZ e Veolia – lideram o projeto, que foca em:

- Impasses sistêmicos em fluxos de materiais globais, muito grandes ou muito complexos para serem superados isoladamente por empresas, cidades ou governos;
- E “capacitadores” da Economia Circular – por exemplo, tecnologias digitais

Com isso, as iniciativas governamentais que trataram das bases da EC, principalmente de países desenvolvidos, tentaram direcionar os fluxos crescentes de resíduos de materiais de volta à indústria por meio de programas de reciclagem, a fim de fechar o ciclo de materiais. Suécia, Alemanha e Japão são frequentemente citados em pesquisas como países que impulsionaram a legislação em direção à redução de resíduos e programas de reciclagem (Kirchherr et al, 2017). Mesmo que o nome da Lei não tenha expressamente o termo de EC, esses países são considerados os pioneiros nas legislações de EC (George et al., 2015).

Desde a década de 1990, várias legislações em todo o mundo conceberam e implementaram mais ou menos versões complexas da EC. Até 2015, a China foi o primeiro país que adotou a expressão a Economia Circular no título da sua Lei (Ciraig, 2015; Mcdowall et al, 2017), em uma perspectiva única de "sociedade harmoniosa", implementando-a como ecologia industrial em grande escala. Dentro da Europa, um pacote de EC foi proposto em 2014, mas foi desativado pela Comissão Europeia, a fim de preparar um pacote mais ambicioso e feito à medida, que deveria ser apresentado aos associados ao longo de 2015 (CIRAIG, 2015).

Em 2015, a EC tem sido adotada como princípio orientador nas políticas de muitos países, que abordaram sua implementação de diferentes maneiras (George et al., 2015). Enquanto a China adotou uma abordagem de cima para baixo, outros países apoiaram o desenvolvimento de EC com políticas de baixo para cima (Ghisellini et al., 2016). A China incorporou a EC como um objetivo central dos planos quinquenais 11 e 12 para o Desenvolvimento Econômico e Social Nacional, e em 2009 emitiu o “Circular Economy Promotion Law” (Su et al., 2013), em que EC é definida como "um termo geral para a atividade de redução, reutilização e reciclagem na produção, circulação e consumo" (Chinese National People's Congress, 2008). A União Europeia publicou em 2014 a Comunicação “Rumo a uma economia circular: um programa de resíduos zero para a Europa” e em 2015 a Comunicação “Fechar o ciclo e um plano de ação da UE para a economia circular”, que faz parte do Pacote (Ce, 2015b; Ce 2015c). EC é definido pelas instituições europeias como uma economia “onde o valor dos produtos, materiais e recursos é mantido na economia pelo maior tempo possível, e a geração de resíduos é minimizada”.

Como as duas regiões do mundo a implementarem políticas públicas que trataram da EC foram a China e os países europeus, elas têm mais artigos que tiveram como campo de estudo tais políticas.

A Lei 12.305/2010, que instituiu a PNRS, contemplou o princípio da cooperação entre as diversas esferas do poder público, levando em conta a ideia de atuação conjunta entre Estado (Federal, Estadual e Municipal), sociedade, e demais setores na escolha de prioridades ambientais, mediante a participação e interação de diferentes segmentos sociais na implementação e execução de políticas voltadas para uma adequada gestão de resíduos sólidos.

A cidade de Manaus conta com alguns instrumentos normativos que norteiam a gestão de resíduos sólidos executada. Alguns deles constituem regulamentações federais. No plano municipal, os atores envolvidos na gestão de resíduos também são orientados pela Lei Orgânica do Município de Manaus, Código Ambiental da Cidade, a Lei Complementar n.º 001/2010, o recente Decreto n.º 1.349, de 9 de novembro de 2011, que aprova o Plano Diretor Municipal de Resíduos Sólidos de Manaus, a Lei n.º 1.648, de 12 de março de 2012 e a Portaria n. 011/2012 publicada pela Secretaria Municipal de Limpeza Pública. No que tange ao tema de coleta e tratamento de resíduos sólidos, a Lei Orgânica do Município reforça responsabilidade do poder público municipal para atuar na gestão de resíduos sólidos (LIMA, 2012).

Mesmo com todo esse aparato legislativo, estudos sobre a gestão de resíduos sólidos no PIM já foram realizados, em 2016, publicado por Santos et al, 2020 mostram que os governos municipais e estaduais após a Lei n. 12.305 de 2010, ainda não conseguiram implementar políticas ambientais com a preservação dos recursos naturais, a saúde pública e uma gestão de resíduos atenta para o grau dos riscos que os resíduos possam provocar às pessoas e ao meio ambiente. Este mesmo estudo levantou barreiras que as empresas do PIM enfrentam na gestão de resíduos.

Em relação ao aparato legislativo da Suframa, no que tange o tema sustentabilidade, o órgão tem a Portaria Conjunta nº 268, de 9 de julho de 2020, que regulamenta o investimento em atividades de PD&I, decorrente de Projetos Tecnológicos com Objetivo de Sustentabilidade Ambiental - PROTECSUS, na área da Amazônia Ocidental e do Estado do Amapá, de que trata o inciso I do § 18 do art. 2º da Lei nº 8.387, de 30 de dezembro de 1991 (SUFRAMA, 2020).

### 3. METODOLOGIA

Dada a variedade das definições de pesquisa, Lakatos e Marconi, 2017, afirmam que a pesquisa é concebida como a sequência de etapas formais, alinhadas com método de pensamento reflexivo que requer um tratamento científico para se conhecer a realidade. Nesse mesmo diapasão, Gil ,2008, apresenta a definição de pesquisa como um “procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. Portanto, segundo os autores, pesquisar é buscar resposta para um dado problema de forma sistemática, com o emprego de procedimentos e técnicas que permitam o esclarecimento sobre o objeto de estudo.

Para tanto, é indispensável dispor de um método de pesquisa, o qual segundo Cervo, Bervian e Silva, 2007, afirmam ser “a ordem em que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um fim dado ou um resultado desejado”. Baseando-se na taxonomia proposta por Vergara, 2010, a pesquisa pode ser classificada por dois critérios básicos: quanto aos fins e quanto aos meios.

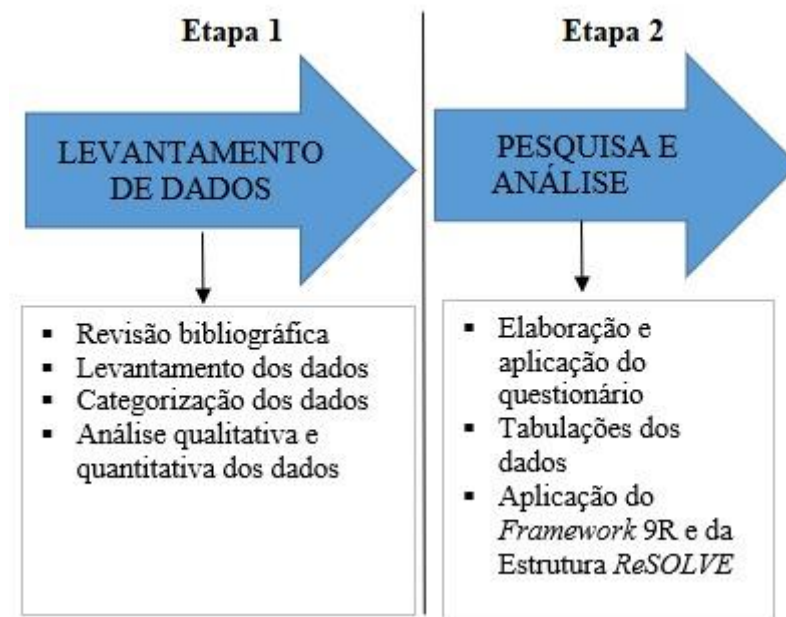
Quanto aos fins, o presente estudo seguirá uma abordagem dedutiva, com procedimento descritivo e exploratório, proporcionando assim maior familiaridade com o problema, tornando então possível a relação entre variáveis encontradas, próprio de uma investigação exploratória.

Noutro aspecto, também se destacam os meios de investigação, que no presente estudo será conduzido com o emprego de técnica bibliográfica como documentação indireta (Lakatos & Marconi, 2017), além do emprego de dados diretos, disponíveis nas bases de dados dos sites governamentais dos países e das empresas do PIM.

Igualmente, cabe a menção que a natureza desse estudo será preliminarmente uma pesquisa bibliográfica, a qual dará o embasamento conceitual, seguida de uma pesquisa aplicada, que Vergara, 2010, destaca como “fundamentalmente motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, mais imediatos ou não”. No presente estudo, o foco é apontar diretrizes e elaborar um modelo que ajudem a Suframa a fomentar a circularidade das indústrias instaladas no Polo Industrial de Manaus.

O estudo será realizado em três etapas, as quais estão identificadas na figura abaixo:

Figura 1 – Etapas da Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2021.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme identificado por de Melo et al. (2022), em sua revisão bibliográfica, o levantamento de políticas públicas aplicáveis pode ser um importante facilitador para o desenvolvimento sustentável e a implementação da economia circular na região. Para dar continuidade a essa análise, utilizamos como base para a elaboração do nosso questionário os trabalhos de Brennan et al. (2015), que forneceram um resumo abrangente de estratégias de produtos, métodos e implicações do modelo de negócios de economia circular. Além disso, nos baseamos no estudo do Cirraig (2015), que apresentou uma visão geral dos obstáculos e barreiras para a implementação da economia circular, desde os nichos iniciais até a sua generalização no mercado. Entre os tipos de barreiras identificadas, destacam-se aquelas discutidas por Ghisellini e Ulgiati (2020):

**Tabela 1.** Tipos de barreiras para a implementação da EC.

Tipos de Barreiras	Descrição
Legislativa	Quadro legislativo inadequado e incompleto que potencializa a reutilização / reciclagem de materiais e a substituição de matérias-primas por matérias-primas secundárias; Falta de coordenação entre as políticas ambientais implementadas nos diferentes níveis: regional, provincial e municipal; Falta de incentivos para estimular o consumo de materiais e produtos reciclados
Econômica	Baixo índice de investimentos em atividades de pesquisa e desenvolvimento; Estrutura industrial composta principalmente por pequenas empresas familiares
Mercado	Competitividade entre o preço baixo da matéria-prima virgem e o preço mais alto da matérias-primas secundárias derivadas da reciclagem de materiais residuais
Financeira	Falta de disponibilidade de risco de capital; Falta de ferramentas adequadas para investimentos em projetos da EC; Falta de acesso ao crédito para o financiamento de pesquisas em ecoinovação.

<i>Networking</i>	Ausência de plataformas que possibilitem o reaproveitamento de resíduos ao longo de vários ciclos e setores
Tecnológica	Desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para a reutilização de materiais residuais e subprodutos
Cultural	Falta de atenção às estratégias de prevenção de resíduos (design, produção sustentável e consumo, simbiose industrial e urbana) do lado da produção e do consumo no debate social e industrial

---

**Fonte:** adaptado de Ghisellini e Ulgiati, 2020.

A estruturação do questionário seguiu o framework Resolve, onde cada categoria analítica foi desenvolvida para avaliar se as empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM) têm a capacidade de alcançar os diferentes "R's" do Framework 9R. O desenvolvimento desse questionário baseou-se na metodologia detalhada apresentada pela Ellen MacArthur Foundation (EMF) em 2015, que orienta a exploração e priorização de oportunidades de economia circular (EC). Esse processo incluiu a verificação de ações de EC já existentes no PIM, a identificação das barreiras que limitam essas oportunidades, e o mapeamento e priorização de intervenções políticas para superar tais barreiras.

As perguntas da Categoria Analítica "Regenerar" foram elaboradas para identificar se os participantes da pesquisa são capazes de converter suas fontes de energia tradicionais para renováveis, e se conseguem recuperar, reter e restaurar a saúde dos ecossistemas, ou devolver os recursos biológicos recuperados à biosfera.

A segunda categoria, "Share (Compartilhar)", buscou identificar se as empresas do PIM compartilham ativos como veículos, máquinas e equipamentos, reutilizam matérias-primas em seus processos ou utilizam insumos de segunda mão, e se conseguem prolongar a vida útil dos produtos por meio de manutenção, design durável ou atualizações.

Na Categoria "Otimizar", o foco foi verificar se as empresas do PIM estão aumentando o desempenho ou a eficiência dos produtos fabricados, reduzindo os resíduos na produção e na cadeia de abastecimento, e se estão implementando novas tecnologias como Big Data, automação ou sensoriamento remoto em seus processos.

A quarta categoria, "Loop", visou avaliar se há reciclagem de materiais nos processos, se produtos ou componentes são remanufaturados para reutilização como insumos, se há extração de produtos bioquímicos de resíduos orgânicos, e se as empresas estão buscando recuperar produtos, componentes e/ou recursos residuais para criar novas oportunidades econômicas.

A quinta categoria, "Virtualizar", investigou se as empresas estão desmaterializando documentos físicos como livros contábeis, CDs, DVDs e planilhas impressas, e se estão virtualizando algum processo produtivo.

Por fim, a última categoria, "Exchange (Trocar)", foi desenvolvida para detectar quantas empresas estão substituindo materiais antigos por materiais não renováveis avançados, ou seja, se há a possibilidade de trocar materiais e tecnologias tradicionais por alternativas verdes.

Com as respostas obtidas através do questionário, esperamos delinear o ponto de partida do PIM em termos de economia circular. Isso nos permitirá avaliar o nível de circularidade atual e obter uma compreensão mais ampla do panorama das políticas existentes, produtividade de recursos, atividades circulares e geração de resíduos.



## Sustentabilidade e Circularidade: Estudo no Polo Industrial de Manaus

A seção 1 do questionário foi projetada para mapear as práticas de organização e gestão da sustentabilidade, bem como a percepção das empresas sobre a Economia Circular. Esta seção faz parte de um projeto maior, que visa identificar os níveis de sustentabilidade das empresas e os fatores determinantes para alcançar níveis superiores, com o objetivo de influenciar políticas públicas.

A seção 2 coletou informações gerais sobre as empresas, enquanto a seção 3 focou no mapeamento das práticas de sustentabilidade no processo produtivo das empresas em Manaus. A seção 4, por sua vez, abordou as percepções das empresas em relação à Economia Circular.

O questionário foi elaborado e enviado para validação no início de fevereiro de 2022, para assegurar que os respondentes compreenderiam seu propósito. De maneira geral, os respondentes entenderam que o objetivo era mapear as práticas de organização e gestão da sustentabilidade, assim como a percepção das empresas sobre a Economia Circular no PIM.

Após a validação e realização das correções necessárias, o questionário foi enviado para 502 destinatários por e-mail em 21 de fevereiro de 2022. O período de coleta de respostas foi encerrado em 27 de março de 2022, com um total de 157 respostas recebidas. As empresas que responderam estão distribuídas nos setores identificados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Quantidade de respostas do questionário.

Setor	População de Indústrias	Proporção Setor/População	Amostra por Setor	Respostas
Bebidas	11	2,17%	3	3
Brinquedos/Couros/Similares	8	1,57%	2	2
Diversos	20	3,94%	6	6
Duas Rodas	23	4,53%	7	8
Editorial e Gráfico	6	1,18%	2	2
Eletroeletrônico	102	20,08%	31	31
Embalagem	54	10,63%	16	16
Energia/Combustível	6	1,18%	2	2
Isqueiros/Caneta/Madeireiro	8	1,57%	2	2
Material de Limpeza e Velas	14	2,76%	4	4
Mecânico	29	5,71%	9	9
Metalúrgico	40	7,87%	12	14
Mineral não Metálico/Relógio	8	1,57%	2	2
Mobiliário	19	3,74%	6	6
Papel e Papelão	27	5,31%	8	8
Produtos Alimentícios	48	9,45%	14	16
Químico	15	2,95%	5	5
Reciclagem	10	1,97%	3	3
Termoplástico	39	7,68%	12	12
Têxtil	21	4,13%	6	6
<b>Total</b>	<b>508</b>	<b>100,00%</b>	<b>153</b>	<b>157</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A amostra por setores foi atingida conforme previsto no item 1.4.3 deste trabalho. Isso significa que os resultados obtidos podem ser generalizados para a população total, com um índice de confiança de 95%.

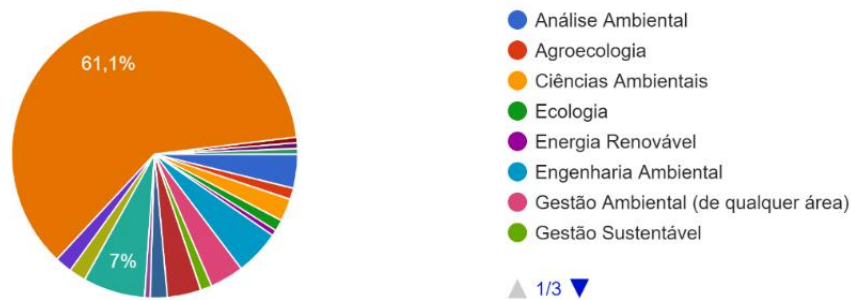
A seção 2 do questionário, enviada às empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM), teve como objetivo coletar dados tanto sobre os respondentes quanto sobre as empresas. Foram investigadas questões como: o cargo da pessoa que preencheu o questionário; se essa pessoa possuía especialização em alguma área relacionada à sustentabilidade; há quanto tempo trabalhava na empresa. No que diz respeito à empresa, a seção buscou mapear o setor de

atividade principal, o número de colaboradores, a existência de um departamento dedicado à sustentabilidade ou áreas afins, se a gestão ambiental é considerada um fator estratégico, e se o conceito de Economia Circular (EC) é conhecido pela alta gestão.

O cargo mais comum entre os respondentes foi o de Engenheiro, representando 33 pessoas ou 21,02% do total. Em seguida, vieram os procuradores/representantes, com 18 pessoas (11,46%), e os gerentes, com uma participação de 10,83% (17 pessoas). Outros cargos incluíram supervisores (16 pessoas, 10,19%), auxiliares (14 pessoas, 8,92%), e sócios/proprietários (13 pessoas, 8,28%). Três categorias de cargos — Técnicos, Analistas e Administradores — tiveram a mesma quantidade de respondentes, com 8 pessoas em cada, representando 5,10% cada. As demais posições foram distribuídas entre diretores, químicos, farmacêuticos e outros cargos que apareceram apenas uma vez.

No que se refere à especialização dos respondentes, o Gráfico 1 apresenta as especializações declaradas.

**Gráfico 1.** Especializações de quem preencheu o questionário  
Possui especialização em alguma área de sustentabilidade, gestão ambiental, economia verde ou afins?  
157 respostas



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

Cerca de 61,1% dos respondentes afirmaram não possuir especialização em áreas como sustentabilidade, gestão ambiental, economia verde ou áreas correlatas, o que corresponde a 96 das 157 respostas. As outras 61 pessoas (38,9%) indicaram ter alguma especialização nessas áreas. Isso significa que a maioria dos participantes do questionário não possui formação específica em sustentabilidade ou áreas afins.

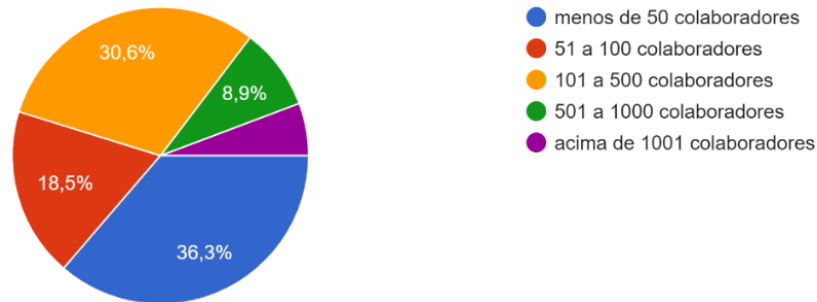
Entre aqueles que possuem especialização, a área mais comum foi sustentabilidade, com 11 respostas (7%), seguida por engenharia ambiental, com 8 respostas (5,1%). As áreas de análise ambiental, gestão ambiental (em qualquer área) e meio ambiente tiveram cada uma 6 resposta (3,8% cada).

Após essas perguntas de caráter individual, solicitamos informações sobre o setor de atividade das empresas que responderam, conforme mostrado na Tabela 2, e o número de colaboradores que essas empresas possuem, conforme ilustrado no Gráfico 2.

**Gráfico 2.** Quantidade de colaboradores

Indique, aproximadamente, a quantidade de colaboradores que a empresa possui em Manaus:

157 respostas



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

Cerca de 36,3% das empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM) possuem menos de 50 colaboradores. Já 18,5% têm entre 51 e 100 colaboradores, enquanto 30,6% têm entre 101 e 500 colaboradores. Aproximadamente 8,9% das empresas possuem entre 501 e 1000 colaboradores, e 5,7% têm mais de 1001 colaboradores. Isso significa que 54,8% das indústrias do PIM são formadas por empresas com até 100 colaboradores, o que pode indicar a existência de uma barreira econômica para a implementação da economia circular (EC). Embora não possamos afirmar categoricamente que essas empresas sejam pequenas empresas familiares, conforme indicado na Tabela 9 deste trabalho, esse fator deve ser considerado.

Em seguida, indagamos se as empresas possuíam um departamento, setor ou seção dedicado a temas como sustentabilidade, gestão ambiental, resíduos, EC ou áreas relacionadas. Dos respondentes, 53,5% indicaram que não possuíam esses setores, enquanto 46,5% afirmaram que sim. Entre as empresas que possuíam esses departamentos, os setores mais representados foram o Eletroeletrônico (com 16 respostas afirmativas de um total de 31), Embalagem (8 respostas afirmativas de um total de 16) e Duas Rodas (6 respostas afirmativas de um total de 8).

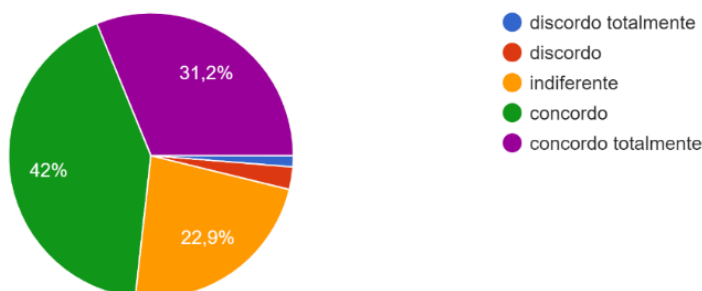
Das empresas que afirmaram possuir um setor dedicado, 31 indicaram que menos de 10 pessoas trabalhavam nesses departamentos; 27 empresas afirmaram que contavam com 11 a 30 colaboradores nesses setores; 7 responderam que tinham entre 31 e 50 colaboradores, e 8 empresas indicaram ter mais de 50 pessoas trabalhando em seus departamentos dedicados.

Por fim, nesta seção, perguntamos se a gestão ambiental é considerada um fator estratégico dentro da empresa e se o conceito de EC é conhecido pela alta gestão. As percepções das empresas sobre a gestão ambiental estão representadas no Gráfico 3.

**Gráfico 3.** Percepção da Gestão Ambiental no PIM

A gestão ambiental é vista como um fator estratégico dentro da empresa

157 respostas



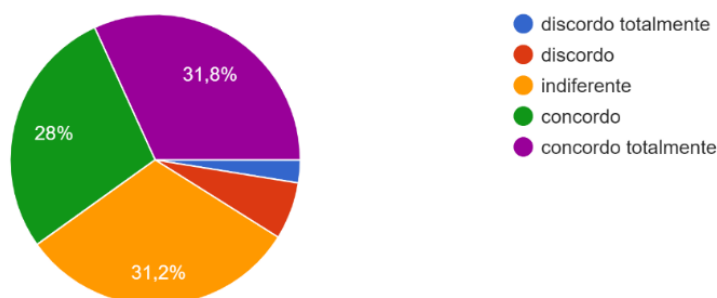
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

Cerca de 73,2% dos respondentes concordam ou concordam totalmente que a gestão ambiental é vista como um fator estratégico dentro de suas empresas. No que diz respeito especificamente ao tema da Economia Circular (EC), as respostas estão representadas no Gráfico 4.

**Gráfico 4.** Percepção da EC nas indústrias do PIM

O conceito de Economia Circular é de conhecimento da alta gestão da empresa.

157 respostas



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

A percepção sobre a Economia Circular (EC) indica que 59,8% dos respondentes concordam ou concordam totalmente que o conceito é conhecido pela alta gestão de suas empresas. Essas duas últimas respostas reforçam o fato de que a ausência de setores específicos dedicados à área ambiental pode estar relacionada às barreiras econômicas, conforme mostrado na Tabela 1, adaptada de Ghisellini e Ulgiati (2020).

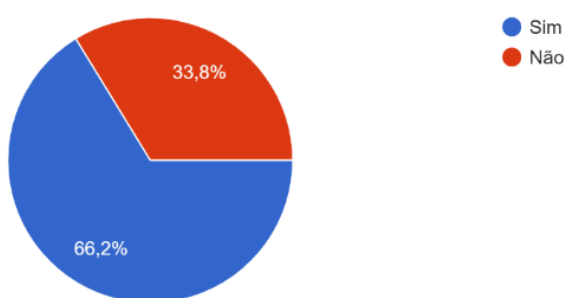
Assim, pode-se concluir que, em março de 2022, as características das indústrias do Polo Industrial de Manaus (PIM) em relação à implementação da EC são as seguintes:

- A maioria dos respondentes não possui especialização em áreas de sustentabilidade ou correlatas (96 respostas);
- 54,8% das indústrias do PIM possuem até 100 colaboradores (86 respostas);
- 53,5% das empresas responderam que não têm um setor ou seção dedicado a temas como sustentabilidade, gestão ambiental, resíduos ou economia circular (84 respostas);
- 73,2% dos respondentes percebem que a gestão ambiental é vista como um fator estratégico dentro de suas empresas (115 respostas);
- 59,8% concordam ou concordam totalmente que o conceito de EC é conhecido pela alta gestão das empresas (94 respostas);
- As barreiras para a implementação da EC identificadas incluem questões econômicas, já que o PIM é composto principalmente por pequenas empresas.

A seção 3 do questionário enviado às empresas do PIM teve como objetivo coletar dados com base na estrutura "ReSOLVE", para mapear o estágio atual das iniciativas de sustentabilidade das empresas do PIM no início de 2022.

Inicialmente, procurou-se saber se havia gestão de resíduos nas empresas, questão relacionada aos conceitos de "R" (Regenerar) e "O" (Otimizar). O Gráfico 5 demonstra quantas empresas afirmaram que realizam a gestão de resíduos.

**Gráfico 5.** Gestão de resíduos nas indústrias do PIM  
Há gestão de resíduos na empresa?  
157 respostas



**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2022.

Das 157 indústrias que responderam ao questionário, 104 afirmaram que realizam a gestão de resíduos internamente (66,2%), enquanto 53 empresas (33,8%) indicaram que não têm gestão de resíduos própria. Isso nos permite concluir que a maioria das empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM) adota práticas de gestão de resíduos. É interessante notar que um estudo anterior, realizado por Santos et al. (2020), antes da pandemia de Covid-19, revelou que 33,1% das empresas do PIM não dispunham de uma unidade de destinação final de resíduos, um percentual semelhante ao encontrado no presente questionário.

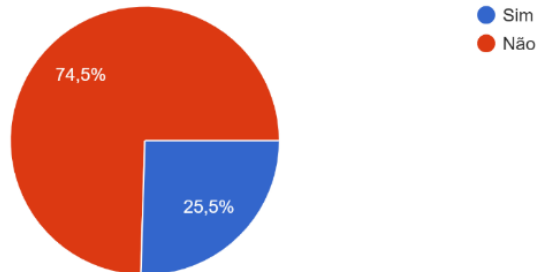
Entre os setores que responderam à pesquisa, todos os que se identificaram como pertencentes aos setores de Duas Rodas, Energia/Combustível, Isqueiros/Caneta/Madeireiro, Mineral não Metálico/Relógio e Reciclagem afirmaram que possuem gestão de resíduos em suas plantas fabris em Manaus. No setor de Duas Rodas, por exemplo, todas as 8 empresas respondentes indicaram que realizam a gestão de resíduos. Outros setores com alta adesão à gestão de resíduos incluem o setor Químico (80,00% das empresas respondentes), Eletroeletrônico (77,42%), Papel e Papelão (75,00%), Termoplástico (75,00%) e Embalagem (68,75%).

Por outro lado, metade das empresas dos setores de Brinquedos/Couros/Similares, Diversos, Material de Limpeza e Velas, e Metalúrgico indicaram que possuem gestão de resíduos. Notavelmente, nenhuma empresa do setor Editorial e Gráfico relatou realizar gestão de resíduos.

Após essa pergunta, incluímos uma questão não obrigatória pedindo às empresas que especificassem os tipos de resíduos que gerenciam atualmente. Recebemos 114 respostas, com os resíduos mais comumente geridos sendo plástico (54 respostas), metais (43 respostas), borracha (20 respostas), papel (19 respostas), papelão (15 respostas) e madeira (11 respostas). Além disso, das 53 empresas que não possuem gestão de resíduos própria, 20 informaram que terceirizam essa atividade.

O Gráfico 6 ilustra as respostas relacionadas ao uso de fontes de energia renovável, uma questão vinculada ao conceito de "Regenerar" na estrutura "ReSOLVE".

**Gráfico 6.** Fonte de energias renováveis nas indústrias do PIM  
Há uso de fontes renováveis de energia (Solar, Eólica, etc) na empresa?  
157 respostas

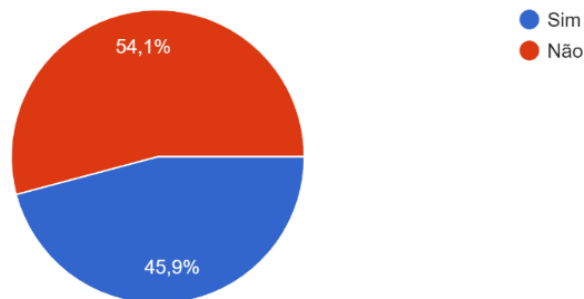


**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2022.

Das empresas que responderam ao questionário, 40 indicaram que utilizam fontes de energia renovável em suas operações. Dentre essas, 29 declararam que fazem uso de energia solar em suas plantas localizadas em Manaus.

Após abordar a gestão de resíduos e o uso de fontes de energia renovável, o questionário investigou se as empresas utilizam ou reutilizam insumos de segunda mão em seus processos produtivos, como produtos reciclados ou recuperados. Essa questão foi baseada no princípio "S" (Share – Compartilhar) da estrutura ReSOLVE. As respostas obtidas estão representadas no Gráfico 7.

**Gráfico 7.** uso/reutilização de insumos em segunda mão nas indústrias do PIM  
No processo produtivo há uso/reutilização de insumos em segunda mão (como por exemplo, de produtos reciclados, recuperados)?  
157 respostas



**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2022.

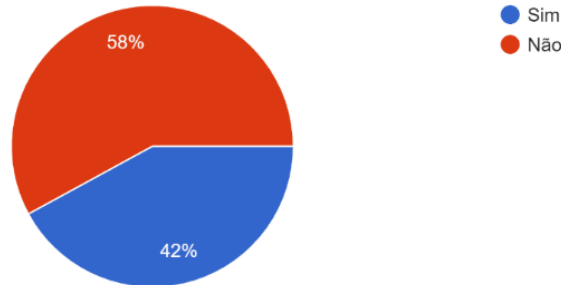
Setenta e duas empresas afirmaram que utilizam ou reutilizam insumos de segunda mão em seus processos produtivos. Dentre essas, 47 utilizam plástico, 22 utilizam papel, 15 utilizam papelão, 12 utilizam metal, 11 utilizam borracha e 5 utilizam madeira.

O questionário também investigou se as indústrias têm o objetivo de aumentar o ciclo de vida útil dos produtos fabricados em Manaus por meio de atividades de reparo e manutenção, baseando-se no princípio "O" (Otimizar) da estrutura ReSOLVE. As respostas indicaram que 66 empresas têm a intenção de prolongar o ciclo de vida útil de seus produtos através dessas atividades (conforme mostrado no Gráfico 8).

**Gráfico 8.** intuito de aumentar o ciclo de vida útil das indústrias do PIM

A empresa tem o intuito de aumentar o ciclo de vida útil do produto final através de atividades de reparo e manutenção?

157 respostas



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

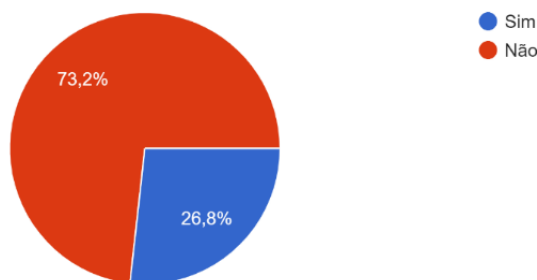
Além das atividades de reparo e manutenção, algumas empresas também mencionaram que utilizam garantia estendida (17 respostas), realizam atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (11 respostas) e oferecem trocas de produtos (8 respostas) como estratégias para prolongar o ciclo de vida útil de seus produtos.

Dando prosseguimento ao questionário, foi perguntado às empresas se conseguem reduzir os refugos em seus processos produtivos adotando práticas como automação, Big Data, sensoriamento remoto e outras tecnologias avançadas. Baseando-se no princípio "O" (Otimizar) da estrutura ReSOLVE, as respostas revelaram que 42 empresas afirmaram ser capazes de diminuir os refugos em seus processos produtivos com essas práticas. O setor Eletroeletrônico foi o que mais respondeu afirmativamente (13 respostas), seguido pelo setor de Duas Rodas (6 respostas) e pelo setor Termoplástico (4 respostas). Os setores Editorial/Gráfico, Mobiliário, Reciclagem e Têxtil não apresentaram respostas afirmativas (conforme mostrado no Gráfico 9).

**Gráfico 9.** Capacidade de diminuir refugos adotando práticas como automação, big data e afins do PIM

A empresa consegue diminuir os refugos no seu processo produtivo adotando práticas como automação, big data, sensoriamento remoto e afins?

157 respostas



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

Em relação ao interesse em investir em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na área de sustentabilidade, das 157 empresas que responderam ao questionário, 67 demonstraram interesse nesse tipo de investimento. Esse dado sugere que pode haver uma barreira tecnológica para a implementação da Economia Circular (EC) nas empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM).

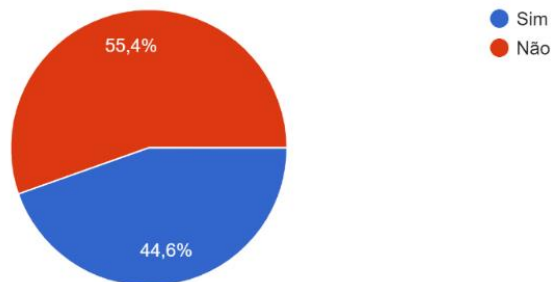
Quando questionadas sobre a possibilidade de recuperar ou reciclar produtos, componentes e/ou recursos residuais por meio de coleta e segregação, com base no princípio "L" (Loop) da estrutura ReSOLVE, 70 empresas afirmaram que conseguem realizar essas atividades. Além

UFAMBR, Manaus, v.6, n.2, art. 5, pp. 82-102, julho-dezembro, 2024 <http://www.periodicos.ufam.edu.br/ufambr>

## Sustentabilidade e Circularidade: Estudo no Polo Industrial de Manaus

disso, 63 empresas (40,01%) acreditam que a recuperação e reciclagem de produtos, componentes e/ou recursos residuais podem gerar novas oportunidades de negócios (conforme ilustrado no Gráfico 10).

**Gráfico 10.** Capacidade de recuperar/reciclar produtos, componentes e/ou recursos residuais do PIM  
A empresa consegue recuperar/reciclar produtos, componentes e/ou recursos residuais por meio de coleta e segregação?  
157 respostas



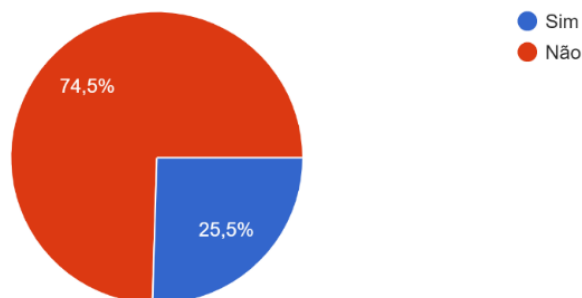
**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2022.

De acordo com Ghisellini e Ulgiati (2020), a barreira tecnológica pode dificultar a adoção de tecnologias avançadas para a reutilização de materiais residuais e subprodutos. Conforme mostrado na resposta anterior, apenas 26,8% das indústrias conseguem utilizar tecnologias para a recuperação desses materiais, o que indica que muitas empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM) podem não ter acesso às tecnologias necessárias para aumentar a reutilização de materiais residuais e subprodutos.

Em relação à possibilidade de extrair produtos bioquímicos de resíduos orgânicos, apenas 16,7% das indústrias que responderam ao questionário (26 empresas) afirmaram que conseguem realizar essa extração. Essa questão foi baseada nos princípios "R" (Regenerar) e "L" (Loop) da estrutura ReSOLVE.

A penúltima questão desta seção buscou verificar se as indústrias instaladas no PIM conseguem virtualizar algum processo produtivo, baseando-se no princípio "V" (Virtualizar) da estrutura ReSOLVE. As respostas indicaram que 40 empresas conseguem virtualizar processos produtivos, incluindo a entrada de colaboradores, controle e manutenção da linha, seleção de inputs, virtualização da fábrica, design de produtos, revisão da linha, desenvolvimento de novos produtos, P&D e reuniões (conforme mostrado no Gráfico 11).

**Gráfico 11.** Virtualização de processos produtivos das indústrias do PIM  
A empresa virtualiza algum processo produtivo?  
157 respostas



**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2022.



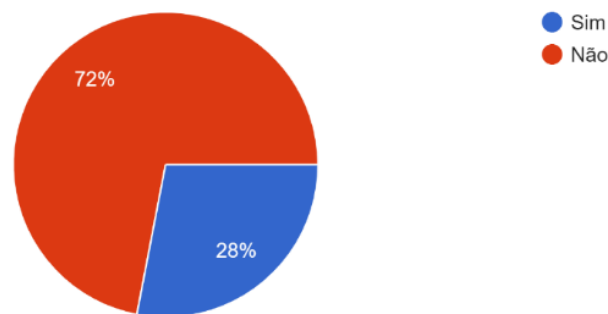
Essa constatação reforça a evidência de que as indústrias do Polo Industrial de Manaus (PIM) enfrentam barreiras tecnológicas significativas para desenvolver a Economia Circular (EC).

Por fim, a última pergunta desta seção investigou se as empresas já haviam substituído processos ou tecnologias tradicionais, que poluem o meio ambiente, por processos ou tecnologias verdes. Essa questão foi baseada no princípio "E" (Exchange - Substituir) da estrutura ReSOLVE. Conforme ilustrado no Gráfico 12, 44 indústrias afirmaram que conseguiram realizar essa substituição.

**Gráfico 12.** Substituição de tecnologias tradicionais por tecnologias verdes nas indústrias do PIM

A empresa já realizou a substituição de processos/tecnologias tradicionais (aquelas que poluem o meio ambiente) por processos/tecnologias verdes?

157 respostas



**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2022.

Entre as empresas que afirmaram ter substituído processos ou tecnologias tradicionais por alternativas mais verdes, algumas destacaram exemplos específicos: 20 empresas declararam usar a Internet das Coisas (IoT) em suas fábricas; 10 relataram o uso de Impressão 3D (I3D); 8 utilizam Big Data; 7 mencionaram a automação, e 4 declararam realizar machine learning. Esses exemplos corroboram as barreiras tecnológicas já identificadas nas perguntas anteriores.

Assim, pode-se concluir que, em março de 2022, as práticas de Economia Circular (EC) das indústrias do PIM, com base na estrutura ReSOLVE, são as seguintes:

- 66,2% (104 respostas) das empresas afirmaram ter gestão de resíduos (Regenerar e Otimizar);
- 25,5% (40 respostas) das empresas utilizam fontes de energia renovável (Regenerar);
- 54,1% (72 respostas) das empresas usam ou reutilizam insumos de segunda mão (Share);
- 58% (91 respostas) têm o intuito de aumentar o ciclo de vida dos produtos produzidos em Manaus (Otimizar);
- 26,8% (42 respostas) das empresas conseguem reduzir seus refugos com a utilização de novas tecnologias, como Big Data, sensoriamento remoto e afins (Otimizar);
- 55,4% (87 respostas) das empresas conseguem recuperar ou reciclar produtos, componentes e/ou recursos residuais por meio de coleta e segregação (Loop);
- 59,9% (94 respostas) das empresas acreditam que a recuperação ou reciclagem de produtos, componentes e/ou recursos residuais gera novas oportunidades de negócios (Loop);
- 25,5% (40 respostas) das empresas virtualizam algum processo produtivo (Virtualizar);
- 16,7% (26 respostas) das empresas conseguem extrair produtos bioquímicos de resíduos orgânicos;
- 28% (44 respostas) das empresas já realizaram a substituição de processos ou tecnologias tradicionais, que poluem o meio ambiente, por processos ou tecnologias verdes.

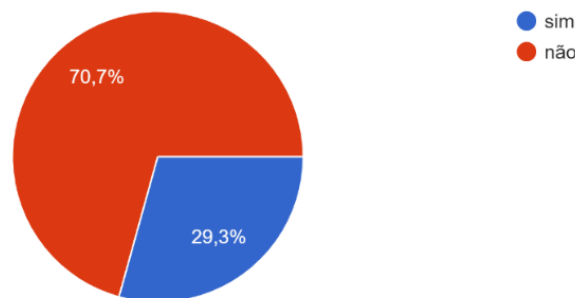
Uma barreira tecnológica significativa foi identificada nesta seção. As respostas indicam que 73,2% das empresas não utilizam novas tecnologias, como Big Data, sensoriamento remoto e afins; 74,5% não conseguem virtualizar algum processo produtivo, e 72% não realizaram a substituição de processos ou tecnologias tradicionais por alternativas mais sustentáveis.

A última seção do questionário teve como objetivo compreender a visão das empresas sobre a Economia Circular. Essa seção continha três questões, das quais apenas uma era de resposta obrigatória. A questão obrigatória perguntava se a empresa possuía alguma política específica de EC. Dos respondentes, 29,3% (46 indústrias) afirmaram possuir políticas de EC, enquanto 70,7% (111 indústrias) indicaram não possuir tais políticas. Entre as 46 empresas que afirmaram ter políticas de EC, o setor Eletroeletrônico foi o mais representado (10 respostas), seguido pelo setor de Embalagem (8 respostas) e pelo setor de Termoplástico (4 respostas), conforme ilustrado no Gráfico 13.

**Gráfico 13.** Políticas de EC nas indústrias do PIM

A empresa possui alguma política de Economia Circular?

157 respostas



**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2022.

Duas perguntas nesta seção não eram de resposta obrigatória. A primeira buscava entender qual é a visão das empresas sobre a Economia Circular (EC), enquanto a segunda procurava identificar os principais entraves para a realização de ações de sustentabilidade em Manaus.

Para a questão sobre a visão das empresas acerca da EC, foram obtidas 104 respostas. Muitas das respostas abordaram diferentes aspectos da EC, e este trabalho fez um esforço para identificar palavras-chave que resumissem as intenções expressas nas respostas. As palavras-chave identificadas estão organizadas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Palavras-chave sobre a visão da empresa acerca da EC

Palavras-chaves	Quantidade que apareceram o termo
Sustentabilidade	34
3R	25
Filosofia	15
Cumprir a Lei	13
Ferramenta	13
Nova forma de Negócios	10
Não sei/ deixaram em branco	71

**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2022.

## Sustentabilidade e Circularidade: Estudo no Polo Industrial de Manaus

Alguns termos apareceram combinados na mesma resposta, como "Filosofia de sustentabilidade" ou "Ferramenta para se realizar negócios". No caso do conceito 3R (Reduzir, Reciclar, Reutilizar), às vezes apenas um dos termos era mencionado, mas ainda assim foi considerado para o cômputo dessa palavra-chave.

A última pergunta desta seção abordou os principais entraves para a realização de ações de sustentabilidade em Manaus. Um total de 111 empresas respondeu a essa questão, e as respostas estão detalhadas na Tabela 4.

**Tabela 4.** Entraves para realizar ações de sustentabilidade em Manaus

<b>Entrave</b>	<b>Quantidade que mencionaram do entrave</b>
Mão de obra qualificada	50
Entender e cumprir a legislação	33
Incentivos Governamentais	13
Custo da Mão de Obra	10
Custo dos serviços de coleta e reciclagem	10
Não vê entrave	4
Não sei / deixaram em branco	53

**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2022.

Alguns termos apareceram combinados na mesma resposta. Por exemplo, "Mão de obra qualificada" foi frequentemente associado ao "custo da mão de obra" ou à "mão de obra qualificada para entender a legislação ambiental". No caso do conceito 3R (Reduzir, Reciclar, Reutilizar), mesmo quando apenas um dos termos era mencionado, ele foi considerado no cômputo dessa palavra-chave.

Alguns desses entraves já haviam sido identificados por Santos et al. (2020). No estudo dos autores, as principais dificuldades das empresas do PIM incluíram: contratar empregados qualificados e especializados (0,33); custo alto com a coleta e o tratamento de resíduos (0,69); ausência de uma unidade de destinação final de resíduos (0,31); conhecimento técnico na área (0,52); custo ou falta de capital para aquisição de máquinas e equipamentos (0,40); e compreensão da legislação (0,45).

O fato de tanto a pesquisa atual quanto o estudo anterior apontarem a compreensão da legislação ambiental e a contratação de profissionais qualificados e especializados como barreiras sugere uma possível correlação entre a falta de profissionais especializados na área ambiental e o cumprimento da legislação. Essa correlação é corroborada pela quantidade de profissionais que responderam ao questionário.

A maior diferença entre os dois estudos foi a percepção das empresas em relação ao custo alto com a coleta e o tratamento de resíduos, que foi menos mencionado como uma barreira no estudo atual.

Assim, pode-se concluir que, em março de 2022, as percepções das indústrias instaladas no PIM acerca da Economia Circular (EC) são:

- 29,3% (46 indústrias) responderam que possuíam políticas de EC;
- Para 33 empresas, Economia Circular é sinônimo de Sustentabilidade; para 25 empresas, é associada ao conceito 3R; 15 empresas a consideram uma filosofia; 13 a veem como uma ferramenta ou um meio de cumprir a legislação; e 10 empresas a entendem como uma nova forma de negócio.
- 71 empresas, das 157 que responderam, não quiseram ou não souberam responder à pergunta sobre o que é Economia Circular.

O maior entrave declarado para realizar ações de sustentabilidade em Manaus foi a falta de mão de obra qualificada (50 respostas), seguida pela dificuldade em entender e cumprir a legislação (33 respostas).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo explorou a aplicabilidade das políticas de economia circular no Polo Industrial de Manaus (PIM) e mapeou as práticas de sustentabilidade adotadas pelas empresas da região. Os resultados indicam que, embora a maioria das empresas do PIM implemente gestão de resíduos (66,20%) e algumas utilizem fontes de energia renovável (25,5%), ainda há barreiras significativas que impedem a adoção ampla de práticas circulares. Entre essas barreiras, destacam-se a falta de recursos econômicos, a escassez de mão de obra qualificada, e as dificuldades tecnológicas.

A análise das respostas revela que a implementação de práticas de economia circular é limitada por fatores econômicos, uma vez que a maioria das empresas do PIM possui menos de 100 colaboradores, o que pode restringir sua capacidade de investir em tecnologias verdes e práticas sustentáveis. Além disso, a barreira tecnológica é evidente, com muitas empresas ainda não adotando novas tecnologias, como Big Data e automação, que são cruciais para otimizar processos e reduzir desperdícios.

As descobertas deste estudo destacam a necessidade urgente de políticas públicas mais eficazes que incentivem a adoção de práticas circulares no PIM. As políticas devem focar na criação de incentivos econômicos e na oferta de capacitação técnica para superar as barreiras identificadas. Além disso, é essencial fomentar parcerias entre o setor público, empresas, e instituições de pesquisa para desenvolver e disseminar tecnologias sustentáveis que possam ser aplicadas no contexto local.

Este estudo contribui significativamente para o entendimento das práticas de economia circular em um contexto industrial específico, oferecendo insights valiosos sobre os desafios e oportunidades no PIM. Ao mapear as práticas e identificar as barreiras enfrentadas pelas empresas, o estudo fornece uma base sólida para futuras pesquisas e formulação de políticas.

Pesquisas futuras poderiam explorar estratégias específicas para superar as barreiras econômicas e tecnológicas identificadas, bem como avaliar o impacto de políticas públicas recentemente implementadas no PIM. Além disso, um estudo comparativo entre o PIM e outros polos industriais no Brasil ou em outros países emergentes poderia oferecer uma perspectiva mais ampla sobre a implementação de práticas de economia circular.

Assim, verificamos que, para que o PIM possa alcançar uma transição significativa para a economia circular, é necessário um esforço coordenado que envolva não apenas as empresas, mas também o governo e a academia. A adoção de práticas circulares no PIM pode não apenas melhorar a sustentabilidade das empresas locais, mas também fortalecer sua competitividade no mercado global.

## REFERÊNCIAS

Barbosa, G. S., Drach, P. R., & Corbella, O. D. (2014). A conceptual review of the terms sustainable development and sustainability. *International Journal of Social Sciences*, 3(2), 1–15. Disponível em: <http://www.iises.net/a-conceptual-review-of-the-terms-sustainable-development-and.html>. Acesso em: 07 fev. 2022.

- Brennan, G., Tennant, M., & Blomsma, F. (2015). Business and production solutions: Closing loops & the circular economy. In H. Kopnina & E. Shoreman-Ouimet (Eds.), *Sustainability: Key Issues* (pp. 219-239). Routledge: EarthScan.
- Dantas, T. E. T., et al. (2021). How the combination of circular economy and industry 4.0 can contribute towards achieving the sustainable development goals. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 213–227. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.005>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- Melo, T. A. C., et al. (2022). Circular economy public policies: A systematic literature review. *Procedia Computer Science*, 204, 652–662. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.08.079>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). Uma economia circular no Brasil: Uma abordagem exploratória inicial. São Paulo.
- Ghisellini, P., & Ulgiati, S. (2020). Circular economy transition in Italy: Achievements, perspectives and constraints. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118360. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118360>. Acesso em: 03 jan. 2022.
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>. Acesso em: 18 fev. 2022.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6th ed.). São Paulo: Altas.
- Hassini, E., Surti, C., & Searcy, C. (2012). A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 69–82. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.042>. Acesso em: 21 jun. 2022.
- Kidd, C. V. (1992). The evolution of sustainability. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 5(1), 1–26. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01965413>. Acesso em: 09 abr. 2022.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2017). *Metodologia científica* (8th ed.). São Paulo: Altas.
- Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36–51. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>. Acesso em: 14 mar. 2022.
- Lima, C. C. (2012). *Gestão de resíduos plásticos na cidade de Manaus à luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos: uma contribuição à implantação de logística reversa*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado do Amazonas.
- Man, J. C. de, & Strandhagen, J. O. (2017). An Industry 4.0 research agenda for sustainable business models. *Procedia CIRP*, 63, 721–726. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.315>. Acesso em: 30 mai. 2022.
- Santos, M. A. S., et al. (2020). Gestão de resíduos sólidos no Polo Industrial de Manaus. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade - RMS*, 10(2), 212–234. ISSN: 2318-3233.
- Shrivastava, P., & Hart, S. (1994). Greening organizations 2000. *International Journal of Public Administration*, 17(3-4), 607–635. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01900699408524910>. Acesso em: 05 abr. 2022.
- Zhong, R. Y., et al. (2017). Intelligent manufacturing in the context of Industry 4.0: A review. *Engineering*, 3(5), 616–630. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>. Acesso em: 10 jun. 2022.