



sustentabilidade

Inovação sustentável: oportunidades geradas pela economia circular

POR **ADRIANO A. F. PIMENTA, BIANCA GIACOMIN, EGLE BOCANELLA, GRACIELLA MARTIGNAGO, HEIKO H. SPITZECK E TATIANE MATHEUS**

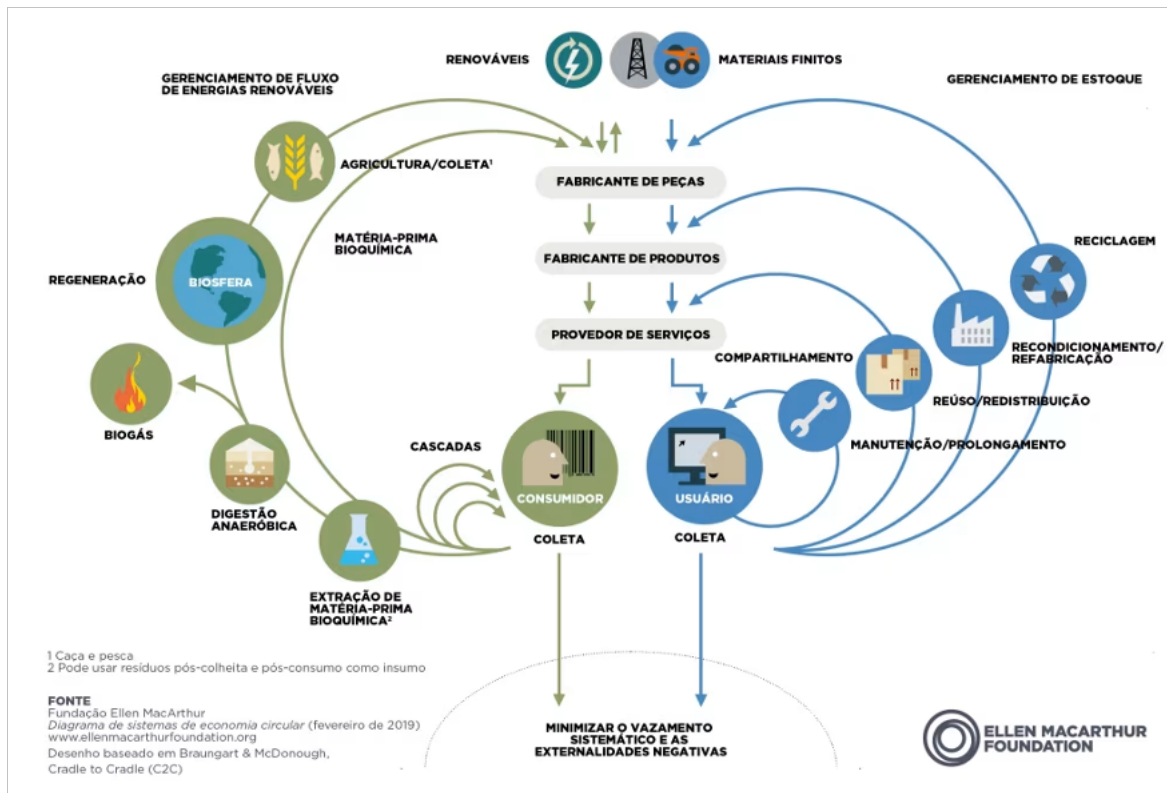
Extrair, produzir, consumir e descartar. Esse é o fluxo esperado pelo modelo econômico tradicional. Por vezes, sem nem ao menos refletir, era a prática adotada ao longo de muito tempo. O padrão da economia linear parecia que funcionava bem no passado porque ainda havia a crença de que os recursos eram abundantes e ilimitados. Além disso, havia a ideia de que o descarte dos resíduos poderia ocorrer indefinidamente, como se existisse um “fora” do planeta, ignorando os limites ambientais e suas consequências. No entanto, a questão dos resíduos tem se tornado cada vez mais crítica.

No final do século 20, surgiu uma alternativa: a economia circular, com o objetivo de promover a circularidade dos materiais de forma a reduzir desperdícios, minimizar a geração de resíduos e maximizar o uso de recursos. O conceito foi desenvolvido por uma série de especialistas, como David Pearce e Kenny Turner, e é amplamente difundido pela instituição *Ellen McArthur Foundation*. De acordo com a fundação, pode-se aplicá-la a grandes e pequenos negócios, para organizações e indivíduos, globalmente e localmente.

Portanto, a economia circular é fundamental para transformar o consumo, bem como construir uma sociedade mais sustentável. O modelo é representado pelo diagrama de borboleta, que ilustra o fluxo de materiais através de dois ciclos principais: o tecnológico e o biológico. Juntos, eles representam como é possível reaproveitar e regenerar materiais, mantendo-os em recirculação e eliminando ou reduzindo a geração de resíduos.

A cada ano que passa, aumenta-se a capacidade de produzir e consumir, porém, ressaltam-se as limitações do modelo econômico linear. O Brasil gerou 81 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) em 2024, dos quais apenas 8,3% foram efetivamente reciclados, segundo a ABREMA (Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente). No entanto, estima-se que apenas 2,37% dos resíduos sólidos urbanos tenham sido reciclados no país – dados do SINIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) de 2022.

FIGURA 1 | DIAGRAMA BORBOLETA EXPLICA AS ESTRATÉGIAS DA ECONOMIA CIRCULAR

DIAGRAMA DE BORBOLETA DA ECONOMIA CIRCULAR
FONTE: ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019)

O ciclo biológico faz parte do lado esquerdo do *Diagrama da Borboleta* da economia circular e abrange todos os componentes e materiais biodegradáveis que podem retornar de forma segura à terra, como alimentos, madeira e algodão. Já o ciclo tecnológico é representado no lado direito do diagrama – abrangendo materiais que não podem retornar ao meio ambiente de forma direta, como plásticos, metais e produtos químicos sintéticos. Para esses resíduos, a economia circular se torna ainda mais essencial, pois eles devem ser mantidos no ciclo para que seu valor seja capturado e recapturado o maior número de vezes possível.

De acordo com relatório da *Fundação Ellen MacArthur*, de 2019, as estratégias da economia circular, quando aplicadas a quatro importantes materiais industriais (cimento, aço, plástico e alumínio), podem ajudar a reduzir as emissões em 40% em 2050. Quando aplicadas ao sistema de alimentos, a redução pode chegar a 49% no mesmo ano. Em geral, essas reduções poderiam deixar as emissões dessas áreas 45% mais próximas das metas de emissões líquidas zero.

Fica evidente que a economia circular tem o potencial de criar valor ao mesmo tempo em que impulsiona ganhos ambientais e sociais. No entanto, para que essa transformação ocorra de maneira eficiente, a inovação precisa ser um elemento central nesse processo. Segundo o professor da *Harvard Business School*, Clayton Christensen, a inovação pode ser disruptiva ou sustentadora. A primeira cria novos mercados e valores, a segunda refina e melhora produtos e serviços já existentes sem alterar radicalmente o mercado. Portanto, os casos apresentados a seguir se encaixam no conceito de inovação. Seguramente, aumentaram o sucesso competitivo dessas empresas.

OPORTUNIDADES DE INOVAÇÃO E GERAÇÃO DE EMPREGOS PELA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS Uma gestão mais eficiente dos resíduos sólidos no Brasil representa uma oportunidade estratégica para inovação, geração de empregos e valorização econômica. Segundo a Abrelpe (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), o país desperdiça aproximadamente R\$ 14 bilhões por ano ao destinar recicláveis a lixões, uma perda significativa tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental. Nesse contexto, a reciclagem surge como um vetor de desenvolvimento, impulsionado por soluções inovadoras que integram tecnologia e novos modelos de negócio.

De acordo com a ONG Artemisia e a maior produtora de aço brasileira, a Gerdau, a cada 10 mil toneladas de resíduos processados, são gerados 115 novos empregos apenas na reciclagem. Assim, um aumento de 1% na taxa de reciclagem, considerando a geração anual de 81 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, poderia criar cerca de 9.315 empregos diretos, enquanto um avanço de 10% representaria mais de 93 mil novos postos de trabalho no setor.

O avanço da reciclagem de resíduos sólidos demonstra como a inovação pode transformar desafios logísticos e econômicos em oportunidades para a sustentabilidade. Um exemplo expressivo é a evolução da reciclagem de embalagens cartonadas no Brasil, cuja taxa passou de 10% em 2000 para 39,1% em 2023. Segundo a empresa de soluções de processamento e envases de alimentos Tetra Pak, esse progresso foi impulsionado por iniciativas inovadoras em toda a cadeia, que otimizaram a coleta, o transporte e o reaproveitamento dessas embalagens.

Entre as estratégias adotadas, destacam-se programas com consultores ambientais que atuam diretamente junto a cooperativas para melhorar o escoamento dos materiais recicláveis

e incentivos financeiros que tornaram viável a comercialização das embalagens em regiões distantes dos grandes centros urbanos. A aproximação com a indústria recicladora também foi um fator determinante, permitindo o desenvolvimento de tecnologias que possibilitam uma separação mais eficiente dos materiais e sua reutilização na fabricação de produtos como telhas e painéis de construção. Essas iniciativas agregam valor ao resíduo e ampliam seu reaproveitamento no mercado, não apenas reduzindo o desperdício, mas também reforçando o papel da inovação na criação de um ciclo econômico mais sustentável e competitivo.

CÁPSULAS DE MEDICAMENTOS RECICLADAS RESTAURAM FLORESTAS A multinacional brasileira de soluções ambientais Ambipar Group desenvolveu projeto que usa drones equipados com tecnologia avançada para lançar biocápsulas biodegradáveis contendo sementes nativas da Mata Atlântica em áreas degradadas em São Sebastião, litoral norte paulista, que foram impactadas por desastres naturais. O projeto demandou aproximadamente R\$ 3,5 milhões e é realizado em colaboração com o Instituto de Conservação Costeira (ICC) e a Atlântica Consultoria Ambiental.

Um dos diferenciais da solução é a eficácia em plantar em áreas de difícil acesso, onde o plantio manual é inviável. As cápsulas são produzidas a partir de materiais reciclados – incluindo condicionadores de solo que melhoram a germinação e fornecem nutrientes necessários para o crescimento das plantas. As sementes nativas da região são combinadas com o condicionador *Ecosolo®*, que enriquece o terreno com micro e macro nutrientes. Ao serem expostas à água, as cápsulas se dissolvem, transformando-se em um gel que libera as sementes e os nutrientes diretamente no solo e tornam o reflorestamento mais viável e seguro.

Cada voo dos drones cobre cerca de um hectare, lançando até 20 mil sementes em cápsulas biodegradáveis de mais de 20 espécies de plantas nativas. São seis quilos de sementes por hectare e estão sendo recuperados cerca de 200 hectares de áreas degradadas. Os drones foram usados até abril de 2024 e, após esse período, os equipamentos estão sendo utilizados para capturar imagens e monitorar o desenvolvimento das árvores. A execução está prevista para ser feita em dois anos: o primeiro é dedicado ao plantio e o segundo ao monitoramento e possíveis reaplicações. Após três meses os resultados de regeneração começam a aparecer.

De acordo com a Ambipar, a tecnologia desenvolvida pelo conceito de economia circular utiliza subprodutos industriais. O *Ecosolo®* é um composto orgânico feito de resíduos

da indústria de papel e celulose que são envoltos nas cápsulas de colágeno – subprodutos provenientes da indústria farmacêutica. Essa tecnologia protege a semente do sol e aumenta a fertilidade do solo, o que permite uma maior probabilidade de germinação.

Tradicionalmente, a indústria farmacêutica produz cápsulas de gelatina (colágeno hidrolisado) e sua composição contém água, corante e outros opcionais, como conservantes e adjuvantes. Quando entram em contato com a água, sofrem mudança de sólido para gel, em temperaturas pouco acima do ambiente. Ao serem feitas de material biodegradável, juntamente com as sementes, não causam danos ao meio ambiente, pois elas sofrem o processo de degradação natural e liberam as sementes no solo, além de nutri-las com nitrogênio, proveniente da própria cápsula.

MINA DE OURO SUSTENTÁVEL E LUCRATIVA Astrid Emmerich, administradora, fez sua carreira no mercado financeiro. Sua experiência como executiva de bancos de investimento no Brasil e no exterior lhe conferiu a visão estratégica necessária para criar um modelo de negócios que contribui para a diminuição da carga ociosa no país, barateia o custo do transporte de materiais recicláveis e ainda transforma o consumidor em reciclador – sendo remunerado instantaneamente por isso.

Assim, em 2019, ela fundou a *fintech* ORO, que tem o objetivo de gerar lucro para os acionistas, sim, mas, também, gerar impacto ambiental e social positivo por meio do incentivo ao retorno e à reciclagem de embalagens pós-consumo. A ORO permite que os consumidores coletem e retornem os plásticos usados – como garrafas, cápsulas de café, copos e demais embalagens, por meio de uma tecnologia patenteada que usa geolocalização para rastrear, coletar e pagar os participantes usando a conta digital ORO Pay.

A vantagem fundamental desse sistema é que ele torna o plástico doméstico usado em uma mercadoria valiosa e negociável. A tecnologia incentiva que o plástico seja coletado no nível do consumidor, que do conforto da sua casa pode vendê-lo a uma recicladora, contribuindo para a economia circular. Essa tecnologia de logística reversa otimiza rotas de transporte já existentes. Ela conecta motoristas, pilotos de barcos, ciclistas, motoboys e motociclistas com capacidade ociosa em seus veículos às bolsas ORO repletas de plástico coletado pelo consumidor, dando uma carona a elas até uma recicladora ou até uma parte do trajeto.

Empresas também podem participar do processo, à medida que decidem fazer a coleta de seus resíduos sólidos, como copos de café, por exemplo. A ORO fica responsável por reti-

rar esse material e destiná-lo a uma recicladora. Pessoas e empresas também podem apoiar a retirada de plásticos do meio ambiente, tornando-se Embaixadoras ORO. Para isso, basta escolher um plano de pagamento e um valor a partir de R\$ 6 (reais), correspondente a uma pegada de plástico de 500 gramas por mês. A média global de geração de lixo plástico por pessoa é de 10 quilos por mês.

No momento, a ORO Pay tem sua atuação majoritariamente na Amazônia, sendo que um piloto com cápsulas de café Dolce Gusto já foi desenvolvido em São Paulo, em parceria com a Nestlé. O lucro gerado é pela corretagem, pois funciona como uma bolsa de valores. Astrid exemplifica com a parceira Fazenda da Esperança. A instituição recebe esses plásticos na Amazônia e faz vassouras para vender nas comunidades locais – conseguindo um ótimo retorno financeiro para compensar o custo das pessoas que eles cuidam.

A crescente pressão para reduzir o consumo de plástico, impulsionada por questões ambientais e pela conscientização pública sobre o impacto dos plásticos no meio ambiente, está criando diversas oportunidades de negócios. Empresas como a ORO Pay, que inovam e oferecem alternativas sustentáveis ao plástico, têm um mercado em expansão, e algumas áreas apresentam grande potencial para novos empreendimentos.

RECICLAGEM DE AREIA NA CADEIA DE FUNDIÇÃO DE FERRO A indústria metalúrgica é conhecida como um dos ramos de atividade que pode causar impactos ambientais significativos. A Randoncorp, multinacional brasileira do setor automobilístico, se deparou com a necessidade de identificar e desenvolver oportunidades de ganhos de eco-eficiência na operação das empresas que compõem o grupo empresarial, inclusive na fundição.

Com o compromisso de zerar a disposição de resíduos em aterro industrial até 2025 e com o objetivo de fomentar a economia circular agregando valor aos resíduos gerados e eliminar a possibilidade de passivos ambientais, a empresa, após análise, identificou que a areia, escória e refratários de fundição são o maior desafio para a companhia. Constatou-se que a areia descartada de fundição (ADF) representa mais de 70% do volume de resíduos da Castertech, subsidiária da Randoncorp.

Frente à situação, a empresa lançou o projeto Ecoareia, para o desenvolvimento de novos produtos e processos na gestão de resíduos. Conforme relato da Randoncorp, a ADF é derivada de areia de sílica limpa, carvão e bentonita (argila natural) e utilizada para formar os moldes de fundição de metais, principalmente aço e ferro. Depois de ser usada em vários

ciclos, a areia perde as características originais e precisa ser descartada. No entanto, identificou-se no projeto que o resíduo ainda tem muita utilidade como base e subbase graduada (brita graduada) para pavimentação asfáltica e bases em obras civis; asfalto betuminoso usinado a quente (CBUQ); lonas de freio; artefatos de concreto; artefatos cerâmicos (tijolos, telhas, etc.); coberturas e taludes em aterros (industriais e orgânicos); fertilizantes com substituição de alguns componentes; aterros não controlados em obras civis para correção de desnivelamentos (Guareze, 2024).

Como a areia tem origem mineral, verificou-se a viabilidade para a utilização na base da composição da manta asfáltica em estradas e pavimentações como substituição parcial ao pó de brita. Portanto, pode ser reinserida no mercado como matéria-prima. Desta forma, cerca de 400 toneladas de areia passaram a ser destinadas ao parceiro do projeto Ecoareia pela Castertech, mensalmente, além de outras unidades do grupo Randoncorp.

Após a identificação das possibilidades de uso comercial do resíduo, parceiros foram buscados em um raio de atuação viável financeiramente, dado o custo do transporte. Nessa etapa do projeto, áreas como financeiro, compras, marketing e logística foram envolvidas para auxiliar o grupo de trabalho EcoAreia. Fundamental, também, foi a aprovação técnica do produto junto a órgãos reguladores, dado que existem normas técnicas e legislações que regulamentam a construção de artefatos de concreto, por exemplo, determinando a resistência, dureza, índices de variabilidade mecânica, dentre outros; assim como foi obtido o licenciamento ambiental para reciclagem de resíduos nos processos produtivos (Guareze, 2024).

No ano de 2023, a Randoncorp investiu 27 milhões de reais em iniciativas de gestão ambiental. Desse investimento, mais de 55% foram para tratamento e transporte de resíduos. O objetivo originário de todos os movimentos de busca de inovação na área de gestão ambiental é o denominado Rota Verde. O programa foi criado em 2021 e estabelece desafios, metas e objetivos claros com intuito de promover a redução tanto dos impactos ambientais das operações do grupo industrial quanto a de custos ao mesmo tempo.

CONCLUSÃO Ao aplicar o olhar de inovação para processos existentes através da ótica da economia circular, é possível desenvolver alternativas viáveis e atrativas de novos negócios ou para melhoria daqueles vigentes. A possibilidade de aplicar o Diagrama de Borboleta na análise de negócios pode gerar benefícios significativos para empresas já estabelecidas ou inspirar a criação de novas soluções e instituições. Empresas como a ORO Pay, a Ambipar e a

Randoncorp estão liderando o caminho para soluções inovadoras com benefícios econômicos que unem tecnologia, impacto ambiental e social.

A economia circular representa uma oportunidade crescente para empresas aumentarem sua rentabilidade por meio da redução de desperdícios e de custos com materiais, pela melhoria da eficiência no uso de recursos e da exploração de novos modelos de negócios por criar novas fontes de receita por meio da reutilização e reciclagem de produtos. Ao ser adotada de forma estratégica, a economia circular pode não apenas melhorar a sustentabilidade das corporações, mas também contribuir para seu sucesso financeiro a longo prazo.

PARA SE APROFUNDAR NO TEMA

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 28 jan. 2025.

ABREMA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024. Publicado em dezembro de 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 28 jan. 2025.

AMBIPAR. *Centro de pesquisa e desenvolvimento da Ambipar desenvolve tecnologia para o reflorestamento em massa com práticas ESG*. 10 jan. 2022. Disponível em: <https://ambipar.com/noticias/centro-de-pesquisa-e-desenvolvimento-da-ambipar-desenvolve-tecnologia-para-o-reflorestamento-em-massa-com-praticas-esg/>. Acesso em: 4 dez. 2024.

ARTEMISIA, GERDAU. *Tese de impacto socioambiental em reciclagem*. Disponível em: <https://impactosocial.artemisia.org.br/reciclagem>. Acesso em: 28 jan. 2025.

CHRISTENSEN, Clayton. *The Innovator's Dilemma*. Harvard Business Review Press, 2013.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Economia circular: introdução e visão geral*, 2019. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/temas/economia-circular-introducao/visao-geral>. Acesso em: 3 dez. 2024.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Completando a figura: como a economia circular pode enfrentar as mudanças climáticas*, 2019. p.13. Disponível em: <https://emf.thirdlight.com/file/24/34jSrJc344.wq9z34q-R3P-DB5B/Completando-a-figura-Como-a-economia-circular-ajuda-a-enfrentar-as-mudanc%CC%A7as-clima%CC%81ticas.pdf> Acesso em: 18 dez. 2024.

GUAREZE, Lucas. *Projetos de Inovação em gestão de resíduos na indústria metalúrgica. Dissertação de Mestrado*. Must University, 2024.

MCKINSEY & CO. *THE CIRCULAR ECONOMY: MOVING TO THEORY FROM PRACTICE*. McKinsey Center for Business and Environment Special edition, October 2016. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/sustainability/our%20insights/the%20circular%20economy%20moving%20from%20theory%20to%20practice/the%20circular%20economy%20moving%20from%20theory%20to%20practice.pdf> Acesso em: 17 dez. 2024.

PACHECO, Paula. Ambipar utiliza drones para diminuir riscos e agilizar ações ambientais. *Exame*. 18 jun. 2024. Disponível em: <https://exame.com/esg/ambipar-utiliza-drones-para-diminuir-riscos-e-agilizar-acoes-ambientais/>.

PEARCE, David W.; TURNER, R. Kerry. *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1990.

PETARNELLA, Gabriela. Drone ajudará em reflorestamento de áreas degradadas em São Sebastião. *Costa Norte*. 29 ago. 2023. Disponível em: <https://costanorte.com.br/cidades/saosebastiao/drone-ajudara-em-reflorestamento-de-areas-degradadas-em-sao-sebastiao.html> Acesso em: 4.dez. 2024.

PORTAL SUSTENTABILIDADE. *Drones lançam mais de 6 mil sementes para reflorestamento do litoral de São Sebastião*. 02 jan. 2024. Disponível em: <https://portalsustentabilidade.com/2024/01/02/drones-lancam-mais-de-6-mil-sementes-para-reflorestamento-do-litoral-de-sao-sebastiao-sp/> Acesso em: 4 dez. 2024.

RANDONCORP. *Relatório de Sustentabilidade*, 2023. p. 84. Disponível em: https://www.randoncorp.com/media/2756/relatorio_sustentabilidade_randoncorp_2023.pdf Acesso em: 16 dez. 2024.

SINIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Visão Geral ano de referência: 2022*. Dez. 2023. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Snis/RESIDUOS_SOLIDOS/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_RS_SNIS_2023_ATUALIZADO.pdf . Acesso em: 28 jan. 2025.

TETRA PAK. *Tetra Pak aumenta reciclagem e ultrapassa 100 mil toneladas com programa nacional*. Disponível em: <https://www.tetrapak.com/pt-br/about-tetra-pak/news-and-events/newsarchive/aumento-reciclagem-ultrapassa-100-mil-toneladas#:~:text=Em%202023%2C%20foram%20recicladas%20104,32%2C%25%20em%202022>. Acesso em: 28 jan. 2025.

ADRIANO A. F. PIMENTA - Professor convidado da graduação e pesquisador do Núcleo de Sustentabilidade da FDC.

BIANCA GIACOMIN - Pós graduada em Meio Ambiente e Sustentabilidade na FGV e Engenheira Química pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Integra práticas sustentáveis e melhoria contínua na indústria.

EGLÉ BOCANELLA - Relações-públicas pela Faculdade Cásper Líbero e pós-graduada em Administração de Serviços pela Fundação Vanzolini, Eglé Bocanella atualmente é consultora na Ricca Sustentabilidade.

GRACIELLA MARTIGNAGO - Profa do Mestrado em Administração da MUST University Membro de Conselho de Administração Doutora em Administração (UFSC).

HEIKO H. SPITZECK - é professor na área de sustentabilidade e gerente do Núcleo de Sustentabilidade da Fundação Dom Cabral. Doutor em Business Ethics pela University of St. Gallen (Suíça) e mestrado em Administração pela Universidade de Bamberg (Alemanha).

TATIANE MATHEUS - jornalista, mestrado em Gestão e Produção Audiovisual (Universidade da Coruña), pós-graduada em Direitos e Governança Climática (UFBA) e em Política e Relações Internacionais (FESP-SP)..