

## Validação de Escala de Mensuração para Economia Circular: uma proposta pautada nos preceitos da inovação

EDSON LUIS KUZMA

SIMONE SEHNEM

### Introdução

A literatura sobre métricas de circularidade fornece meios à construção do conhecimento científico do tema, proposição de vias para melhoria e avanço, levantamento de fragilidades e inconsistências dos modelos, entre outros (Brink, Hengeveld, & Tobi, 2020). As métricas já desenvolvidas listam práticas que podem ser usadas potencialmente para medir a circularidade a partir de sua estrutura conceitual. Revisões recentes ampliam as possibilidades de desenvolvimento de novas métricas ao explorarem suas características, direcionamento e fragilidades metodológicas e teóricas.

### Problema de Pesquisa e Objetivo

O presente artigo é um relatório de pesquisa que faz parte de estudo que tem por objetivo a construção de escala de mensuração de modelos de negócios de economia circular pautada nos preceitos da inovação e validação do modelo estrutural. O relatório apresentado consiste na pré-validação do instrumento de pesquisa, adotado como estágio de desenvolvimento e validação da escala final da pesquisa. A validação do instrumento de pesquisa faz parte dos procedimentos adotados para refinamento e viabilização da apresentação da escala final, conforme proposto pelo protocolo de Costa (2011).

### Fundamentação Teórica

A economia circular é um modelo restaurador e regenerativo por natureza, que objetiva a maximização da utilidade e a permanência dos recursos ativos nos ciclos de produção, conceito difundido pela Ellen Macarthur Foundation (EMF). Seus princípios fundamentais são baseados na preservação e melhoria o uso do capital natural, otimização da utilidade e do rendimento dos recursos e promoção da eficácia dos sistemas produtivos (EMF, 2015).

### Metodologia

O protocolo adotado na construção e validação da escala é derivado do paradigma de desenvolvimento de escalas prescrito por Costa (2011). Aplicou-se a escala inicial para validação e primeira rodada de análise fatorial exploratória, em empresas do setor de serviços. Os questionários foram enviados via e-mail e outras variadas formas de destinação, nos meses de junho e julho de 2021. A amostra é composta por 223 respondentes. O pool inicial de itens é formado por 149 itens de escala.

### Análise dos Resultados

A partir da inovação e recuperação de recursos nos modelos de negócios de economia circular, diferentes possibilidades de reinserção do material, produto ou componente no ciclo de produção e consumo são operadas para prolongar seu valor. A inovação atua na criação do novo e a inserção de princípios de economia circular e recuperação de recursos condicionam a criação, entrega e captura de valor. O novo valor é criado, entregue e capturado nos modelos de negócio circular a partir de possibilidades de extensão do uso.

### Conclusão

Foram gerados 149 itens de escala iniciais, distribuídos entre as dimensões Modelos de Negócios de Economia Circular, Recuperação de Recursos, Inovação e Proposição de Valor. Da análise fatorial exploratória, foram excluídos 48 itens de escala que não apresentaram carga fatorial satisfatória.

### Referências Bibliográficas

Brink, M., Hengeveld, G. M., & Tobi, H. (2020). Interdisciplinary measurement: A systematic review of the case of sustainability. *Ecological Indicators*, 112, 106145. doi:10.1016/j.ecolind.2020.106145  
Costa, F. (2011). *Mensuração e desenvolvimento de escalas: Aplicações em Administração*, Rio de Janeiro, RJ: Editora Ciência Moderna Ltda.  
Ellen MacArthur Foundation (2015). *Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition*. Ellen Macarthur Foundation, UK.

### Palavras Chave

Economia Circular, Inovação, Escala de Mensuração

### Agradecimento a órgão de fomento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

# **Validação de Escala de Mensuração para Economia Circular: uma proposta pautada nos preceitos da inovação**

## **1. INTRODUÇÃO**

A Economia Circular (EC) é um modelo econômico que objetiva reter o valor dos recursos pelo uso consciente e otimizado, viabilizado pela extensão da utilidade pelo uso, pela redução e eliminação das saídas e perdas nos ciclos de produção. É uma alternativa ao sistema tradicional ou convencional de produção, no qual o recurso é útil apenas durante o consumo e passa a ser um passivo ambiental logo após o fim de seu uso. A lógica presente na abordagem na economia circular passa pelo fechamento dos ciclos de produção (Linder et al., 2020), avaliação do ciclo de vida dos produtos (Lonca et al., 2018) e eficiência na utilização de recursos e energia (Di Maio et al., 2017). O valor embutido em produtos, peças e materiais durante sua produção é retido no valor mais alto pelo maior tempo possível. O prolongamento do uso dos recursos diminui a extração de novas matérias-primas da natureza e agrega valor pelo uso. Isso contrasta e se contrapõe aos modelos de negócios lineares, nos quais o valor dos produtos é adicionado a montante durante a fabricação e o varejo, mas perde valor a jusante após uma fase de uso único (Priyadarshini & Chirakkuzhyil Abhilash, 2020).

A obtenção de maior equilíbrio e mais eficiência na operacionalização de ações práticas voltadas à sustentabilidade são promovidas pela economia circular (Corona et al., 2019, Linder et al., 2020). A transição para o fechamento do ciclo de produção é condicionada pela intensidade da inovação da economia. A inovação é necessária para explorar e implementar suas estratégias. O fomento na adoção dos seus princípios passa pela evolução de novos mercados verdes, pelo comportamento e consciência de consumo, pelas políticas ambiental e industrial, assim como pela demanda por sistemas regenerativos e sustentáveis ao longo do tempo (Edmondson, Kern, & Rogge, 2019). Neste contexto, considera-se que a extensão da vida útil dos recursos pode ser reforçada pela concentração de atividades inovadora no campo da EC.

O avanço nas práticas, estratégias, mudança de comportamento e instituição de políticas para a economia circular devem ser mapeadas por meio da formação de indicadores, métricas e parâmetros de análise (Linder et al., 2020). O fortalecimento do campo passa pela tarefa de edificar considerações teóricas e empíricas que permitam projetar e validar modelos de medida (Asokan, Yarime, & Onuki, 2019). Nesse sentido, a construção de instrumentos de medida para avaliações empíricas confere a base para o desenvolvimento de constructos teóricos que apresentem os quesitos necessários de validade e confiabilidade.

A literatura sobre métricas de circularidade fornece meios à construção do conhecimento científico do tema, proposição de vias para melhoria e avanço, levantamento de fragilidades e inconsistências dos modelos, entre outros (Brink, Hengeveld, & Tobi, 2020). As métricas já desenvolvidas listam práticas que podem ser usadas potencialmente para medir a circularidade a partir de sua estrutura conceitual. Revisões recentes ampliam as possibilidades de desenvolvimento de novas métricas ao explorarem suas características, direcionamento e fragilidades metodológicas e teóricas.

A pertinência para realização do estudo, está associada a necessidade de expansão do conhecimento sobre o campo da economia circular, a partir de métricas válidas e confiáveis. As iniciativas avançam rumo à mensuração de indicadores de economia circular (Corona et al., 2019; Reid & Rout, 2020), contudo, o tema da construção de escalas de mensuração permanece obscuro e sujeito a diferentes conceituações, nem sempre convergentes. Portanto, este estudo comporta justificativa conceitual, teórica e avanço científico neste campo, ao propor a construção de uma escala de mensuração ampla em economia circular. Em busca executada nas

bases Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Emerald, Google Scholar, Wiley Online Library, Sage, Springer, Taylor and Francis e JSTOR, revelou-se a existência de estudos sobre validação de escalas em economia circular. O desenvolvimento de trabalhos acadêmicos de literatura cinzenta, incluindo dissertações e teses nacionais e internacionais, com buscas operadas nas bases Google Scholar e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, também não nos permitiu identificar trabalhos com a configuração de validação de escala em economia circular no sentido amplo.

O presente artigo é um relatório de pesquisa que faz parte de estudo que tem por objetivo a construção de escala de mensuração de modelos de negócios de economia circular pautada nos preceitos da inovação e validação do modelo estrutural. O relatório apresentado consiste na pré-validação do instrumento de pesquisa, adotado como estágio de desenvolvimento e validação da escala final da pesquisa. A validação do instrumento de pesquisa faz parte dos procedimentos adotados para refinamento e viabilização da apresentação da escala final, conforme proposto pelo protocolo de Costa (2011), adotado como norteador metodológico. O modelo teórico de análise da pesquisa consiste em quatro constructos (Inovação, Recuperação de Recursos, Modelos de Negócios de Economia Circular e Proposição de Valor), para os quais criaram-se quatro questionários com um *pool* de 149 itens iniciais. Os resultados reportados neste estudo remetem à análise fatorial e refinamento da escala, conforme relatado nos procedimentos metodológicos.

O estudo está estruturado em seções. Além da introdução, na segunda seção está disposto framework teórico da pesquisa. Na terceira seção descrevem-se os procedimentos de pesquisa. Na quarta seção dispõe-se a apresentação dos resultados da análise fatorial. A quinta seção são discutidos os principais resultados do estudo. A sexta seção conclui o estudo.

## **2. FRAMEWORK TEÓRICO**

A economia circular é um modelo restaurador e regenerativo por natureza, que objetiva a maximização da utilidade e a permanência dos recursos ativos nos ciclos de produção, conceito difundido pela Ellen Macarthur Foundation (EMF). Seus princípios fundamentais são baseados na preservação e melhoria o uso do capital natural, otimização da utilidade e do rendimento dos recursos e promoção da eficácia dos sistemas produtivos (EMF, 2015). A transformação gradativa da lógica de produção do modelo convencional para um modelo circular e sustentável, que consiste diretamente na redução do consumo de recursos virgens, manutenção dos recursos nos sistemas produtivos, agregação de valor pelo uso, fechamento e estreitamento dos ciclos de recursos com foco no prolongamento sua utilidade (Geissdoerfer et al., 2017).

A estrutura de criação de valor em um modelo de negócio circular pode ser definida em função da oferta de produto ou serviço que seja projetado, produzido ou prestado a partir de uma estratégia circular para criação de valor (Nussholz, 2018). O valor agregado no produto, componente ou material pode ser obtido a partir da preservação do valor econômico e ambiental gerado pela atuação focada em iniciativas de redução do consumo de recursos e energia. Nesse caso, a oferta de valor adicionado ocorre a partir de práticas circulares que levam a melhoria da eficiência no uso de recursos em fluxos e circuitos fechados. O valor agregado a partir de iniciativas das diferentes empresas na cadeia de produção pode ser redistribuído na forma de valor (Genovese et al., 2017).

A inovação da forma como o valor é criado e distribuído estende-se também ao mercado, sobretudo quanto ao aspecto de identificação de segmentos de clientes que demandam determinada oferta de produto (Mentink, 2014). Clientes com alta consciência ambiental ou que tenham preferência por produtos duráveis, ou outra modalidade de produto/serviço/modelo de negócio alinhado à economia circular, podem compor mercado a ser explorado para criar

viabilidade e aderência da oferta (Mesa, González-Quiroga, & Maury, 2020). É necessário que o relacionamento com o cliente possibilite o enfraquecimento de dificultadores não apenas relacionados à venda e consumo, mas também com a logística reversa de produtos e componentes após o uso, para alimentar a cadeia de recursos de remanufatura e recondiçãoamento (Guldmann & Huulgaard, 2020).

Os modelos de negócios inovadores, no contexto da economia circular, são orientados pelo desempenho econômico e ambiental. Os negócios colaborativos, que permitem o acesso ao uso em vez da propriedade, cumprem sua função de utilidade ao usuário final ao mesmo tempo em que aumenta a possibilidade de uso pela eficiência dos recursos utilizados. Isso supre a demanda por desempenho sem comprometer um volume considerável que ficará ocioso quando não estiver em uso. As modificações de processo envolvem novas ideias e inovação para implementar transformações nos fluxos de materiais, recuperação de energia e criar ciclos de vida de produtos alinhados com princípio de recuperação, regeneração e reuso (Mentink, 2014). Estimula-se a necessidade por modelos de negócios essencialmente inovadores, que reconfigurem a economia convencional.

As iniciativas de inovação nos modelos de negócios podem ser centradas em diferentes aspectos dos princípios da economia circular e diferentes práticas associadas, como na durabilidade do produto, design para prolongamento da vida útil dos produtos, extensão da utilidade dos recursos nos ciclos de produção, redução ou eliminação de resíduos de produção, abordagens de reciclagem, entre outros (Nussholz, 2018; Bocken et al., 2019; Pieroni, McAloone, & Pigosso, 2019). As iniciativas resultam em diferentes graus de inovação, desde a adição de uma atividade isolada para fechamento de ciclos até transformações generalizadas que abrangem vários elementos do modelo de negócios (Bocken et al., 2019). As ações implementadas são condicionadas pelo foco da inovação, que pode ser voltada a reconfiguração de uma empresa já estabelecida, criação de modelos de negócios inteiramente inovadores, ou ainda em uma nova área de negócios de uma empresa madura (Geissdoerfer et al., 2017).

O monitoramento do desenvolvimento da economia circular por meio de indicadores permite avaliar a tomada de decisão e estabelecer prioridades a serem implementadas no longo prazo (European Commission, 2018). A implicação política de mensurar os seus efeitos influencia no posicionamento das empresas e permite que os governos favoreçam sua implementação com base na associação com resultados observados (Völker, Kovacic, & Strand, 2020). Os indicadores podem ser integrados às metodologias de tomada de decisão para facilitar sua implementação (Geng et al., 2012). A identificação clara de como os indicadores podem ser aplicados e como seus resultados podem ser convertidos em suporte à tomada de decisão devem ser explícitos e de fácil elaboração. É possível estabelecer combinações de métricas para a obtenção de uma compreensão mais completa pode preencher lacunas na avaliação de contextos específicos, desde que não haja sobreposição ou conflito quanto à visualização dos resultados (Parchomenko et al., 2019; Corona et al., 2019).

### **3. MÉTODO**

O protocolo adotado na construção e validação da escala é derivado do paradigma de desenvolvimento de escalas prescrito por Costa (2011). Os estágios de elaboração compreendem etapas definidas para o desenvolvimento a partir de critérios de validade e confiabilidade com o intuito de propor uma métrica útil e metodologicamente adequada. Conforme o protocolo proposto, o desenvolvimento da escala passa por 10 estágios, que vão da definição do constructo teórico à apresentação a escala final. Os estágios já superados compreendem: i) articulação e definição do construto teórico (revisão de literatura, definição do modelo teórico e construtos); ii) geração dos itens iniciais da escala (desenvolvimento da escala inicial, validação de face e conteúdo); iii) decisão sobre os itens iniciais (decisão sobre

as respostas iniciais da validação, retificação dos aspectos inconsistentes); iv) elaboração do instrumento inicial de pesquisa (baseado na revisão de literatura e validação inicial); v) primeira amostragem / projeto piloto (aplicação da escala e retorno inicial da escala); e vi) purificação da escala (análise fatorial exploratória e exclusão de itens sem carga). Os estágios seguintes a serem seguidos compreendem a segunda amostragem para geração de dados, purificação da escala, nova aferição de validade e confiabilidade do instrumento e escala final, com recomendações.

O *pool* inicial de itens é formado por 149 itens de escala, distribuídos entre os constructos Inovação (33 itens), Modelos de Negócios de Economia Circular (35 itens), Recuperação de Recursos (52 itens) e Proposição de Valor (29 itens). Os itens de escala são derivados de revisões sistemáticas com foco em inovação, economia circular e construção de escalas no campo da sustentabilidade. Para mensuração da dimensão Inovação, os itens foram criados para avaliar os constructos Inovação em Produto, Inovação em Processo, Inovação Tecnológica, Inovação Organizacional, e Inovação em Marketing. A mensuração da dimensão Modelos de Negócios de Economia Circular foi mensurado a partir dos constructos Regenerar, Compartilhar, Otimizar, Ciclar, Virtualizar e Trocar, conforme proposto pela Estrutura ReSOLVE (EMF, 2015). A mensuração da dimensão Recuperação de Recursos foi mensurada pelos constructos Recusa, Redução, Reutilização/Revenda, Reparo, Renovação/Recondicionamento, Remanufatura, Reutilização com nova função ou propósito, Reciclagem, Recuperação de energia e Reextração de recursos, conforme 10 Princípios R proposto por Reike, Vermeulen e Witjes (2018). A dimensão Proposição de Valor foi mensurada pelos constructos Criação de Valor, Entrega de Valor e Captura de Valor, conforme Ibarra, Ganzarain e Igartua (2020).

Os itens passaram por processo de validação de face e de constructo, por meio de avaliação por especialistas. Cada questionário foi revisado por 10 especialistas ou mais, todos pesquisadores e estudiosos com especialidade nos temas de afeto aos constructos. Da análise dos peritos, foram operadas alterações e correções conforme as sugestões, para alinhamento com o seu propósito principal.

Aplicou-se a escala inicial para validação e primeira rodada de análise fatorial exploratória, em empresas do setor de serviços. Os questionários foram enviados via e-mail e outras variadas formas de destinação, nos meses de junho e julho de 2021. A amostra é composta por 223 respondentes, sendo 52 para o questionário Modelo de Negócios de Economia Circular, 55 para Recuperação de Recursos, 57 para Inovação e 59 para Proposição de Valor. O questionário incluiu perguntas avaliadas na escala Likert de 7 pontos (1 - não se sente confortável em responder/não conhece o assunto, 2 - não adota, 3 - estágio inicial de adoção, 4 - estágio intermediário de adoção, 5 - estágio avançado de adoção, 6 - plena adoção, 7 - prática plenamente adotada na empresa há mais de um ano). Os dados foram analisados no IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS Statistics), versão 26.

#### **4. RESULTADOS**

O EFA foi usado para delinear a adequação dos itens dos questionários. O teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de esfericidade de Bartlett foram usados para determinar a adequação da amostra e a adequação dos dados para a análise fatorial. O coeficiente KMO oscila entre zero e um. O coeficiente de 0,7 ou superior indica que a correlação entre os dados é adequada para a análise fatorial. O teste de Bartlett também examina a hipótese de que a matriz de correlação observada está relacionada a uma comunidade de itens não correlacionados. A significância desse teste indica a correlação dos itens e sua adequação para a análise fatorial. Se  $p < 0,001$ , a hipótese nula é rejeitada e o teste é considerado significativo. Os valores são apresentados na Tabela 01.

**Tabela 1. Adequação do Modelo**

	Teste KMO	Teste de esfericidade de Bartlett
Modelos de Negócios de Economia Circular	0,754	0,001
Recuperação de Recursos	0,746	0,001
Inovação	0,759	0,001
Proposição de Valor	0,782	0,001

Fonte: Dados da Pesquisa.

Depois de confirmar a adequação dos dados para a análise fatorial, a rotação Varimax foi usada para obter fatores significativos. Os resultados da análise fatorial foram tomados para os quatro questionários. Os dados são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2. Autovalores e Variância dos Fatores**

<b>Modelos de Negócios de Economia Circular</b>				
Explicação da Variância	Cumulativo de explicação da variância	Autovalor	Fator	
10,599	13,998	2,650	1	
7,818	23,791	1,954	2	
7,488	31,737	1,872	3	
7,199	38,810	1,800	4	
7,154	45,735	1,788	5	
7,004	52,070	1,751	6	
6,969	57,779	1,742	7	
6,893	63,072	1,723	8	
5,626	67,922	1,407	9	
5,610	72,360	1,403	10	
<b>Recuperação de Recursos</b>				
Explicação da Variância	Cumulativo de explicação da variância	Autovalor	Fator	
6,786	19,389	6,786	1	
3,919	30,584	3,919	2	
2,832	38,675	2,832	3	
2,637	46,210	2,637	4	
2,271	52,699	2,271	5	
1,879	58,068	1,879	6	
1,559	62,521	1,559	7	
1,364	66,418	1,364	8	
1,225	69,919	1,225	9	
1,120	73,120	1,120	10	
1,090	76,235	1,090	11	
<b>Inovação</b>				
Explicação da Variância	Cumulativo de explicação da variância	Autovalor	Fator	
11,409	18,005	2,738	1	
10,094	28,898	2,423	2	
9,583	37,382	2,300	3	
8,602	44,891	2,064	4	
8,093	51,938	1,942	5	
7,954	58,209	1,909	6	
6,386	63,517	1,533	7	
6,119	68,239	1,469	8	
<b>Proposição de Valor</b>				
Explicação da Variância	Cumulativo de explicação da variância	Autovalor	Fator	
12,596	12,596	4,692	1	
11,420	24,016	2,004	2	
7,938	31,954	1,777	3	
7,259	39,213	1,549	4	
6,749	45,963	1,363	5	
6,335	52,298	1,320	6	
6,092	58,389	1,249	7	
5,976	64,366	1,157	8	

Fonte: Dados da Pesquisa.

Os resultados indicam que, cumulativamente, os fatores com autovalores superiores a um explicam, em todos os casos, mais que 50% da variância. Foram excluídos do modelo, gradativamente, os fatores com carga fatorial abaixo de 0,5. Nesse processo, da dimensão Modelos de Negócios de Economia Circular excluiu-se 10 itens de questionário, que resultou num modelo com 42 itens de escala. Da dimensão Recuperação de Recursos excluiu-se 23 itens de questionário, com saldo de 32 itens de escala. Da dimensão Inovação, 9 itens não tiveram carga suficiente. A exclusão resultou em 48 itens de escala válidos. Por fim, da dimensão Proposição de valor, 6 itens não obtiveram carga suficiente, resultando no saldo de 53 itens de escala. No total, 48 itens foram excluídos a partir da análise fatorial exploratória. A relação de itens e cargas são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3. Modelo exploratório final com cargas fatoriais e medida de confiabilidade**

<b>Modelos de Negócios de Economia Circular (alfa de Cronbach 0,712)</b>		
<b>Regenerar</b>		
MNEC_REG03	Nossos produtos/serviços sempre são projetados para possibilitar a regeneração pós uso, ou seja, capacidade de reaproveitamento, desmaterialização e reintrodução em novos processos produtivos.	0,525
MNEC_REG04	Nossos produtos/serviços nunca são projetados para reter valor pós uso, de modo que possam servir de matéria prima para fabricar novos produtos.	0,545
MNEC_REG06	Sempre promovemos a gestão de resíduos de modo que se possibilite a regeneração daquilo que possa ser aproveitado.	0,580
<b>Compartilhar</b>		
MNEC_COMP01	Nunca compartilhamos o uso de equipamentos, máquinas ou veículos com outras empresas.	0,517
MNEC_COMP02	Nunca compartilhamos espaço físico (estoque, sala comercial, entre outros) com outras empresas.	0,671
MNEC_COMP03	Nossa empresa sempre promove capacitação de colabores em parceira com outras empresas ou parceiros comerciais.	0,584
MNEC_COMP04	Sempre usamos equipamentos, máquinas ou instalações que já foram utilizadas por outras empresas.	0,460
<b>Otimizar</b>		
MNEC_OT01	Nossa empresa sempre busca aumentar o desempenho e eficiência dos nossos produtos e serviços.	0,882
MNEC_OT02	Sempre que possível nossa empresa evita gerar resíduos durante o processo de produção/venda.	0,882
MNEC_OT03	Sempre utilizamos sistemas de informação/monitoramento baseado em tecnologias para verificar nosso desempenho.	0,475
MNEC_OT05	Sempre utilizamos tecnologias que auxiliam no uso eficiente dos recursos e reduzem desperdícios.	0,573
<b>Ciclar</b>		
MNEC_CIC01	Nossa empresa sempre aproveita as oportunidades econômicas geradas pela recuperação e reutilização de materiais.	0,845
MNEC_CIC02	Nossa empresa nunca evita o descarte prematuro de peças ou componentes.	0,705
MNEC_CIC03	Nossa empresa está plenamente articulada com os fornecedores para o estimular o retorno de materiais úteis ao estágio de manufatura.	0,751
MNEC_CIC04	Nossa empresa nunca evita destinar para o lixo os materiais ou componentes inservíveis.	0,511
<b>Virtualizar</b>		
MNEC_VT01	Nossa empresa sempre oferece versões virtuais/digitais de produtos que são vendidos de forma física em outras empresas.	0,562
MNEC_VT02	Nossa empresa sempre prefere optar por manter seus processos administrativos na forma virtual do que trabalhar com materiais impressos.	0,555
MNEC_VT03	Sempre priorizamos uso de telecomunicações/recursos tecnológicos de comunicação para diminuir o uso de escritórios, viagens e outros gastos administrativos.	0,881
MNEC_VT04	Nosso volume de venda online supera as vendas nas lojas físicas.	0,741

MNEC_VT05	Os produtos, equipamentos ou insumos utilizados para consumo interno na nossa empresa sempre são comprados de forma online.	0,659
Trocar		
MNEC_TC01	Nossa empresa sempre substitui materiais não renováveis por produtos/componentes renováveis.	0,488
MNEC_TC04	Nunca buscamos substituir tecnologias/equipamentos obsoletos por outros que proporcionem menor geração de resíduos.	0,341
MNEC_TC05	Sempre buscamos substituir tecnologias/equipamentos obsoletos por outros que proporcionem maior eficiência econômica.	0,710
MNEC_TC06	Sempre incentivamos a troca de produtos/serviços tradicionais por outros que sejam mais duráveis/eficientes para o consumidor.	0,822
<b>Recuperação de Recursos (alfa de Cronbach 0,706)</b>		
Recusa		
RR_REC01	Nossa empresa sempre evita o consumo de produtos/recursos sempre que possível.	0,674
RR_REC02	Nossa empresa sempre recusa o consumo de produtos/recursos sempre que possível.	0,649
RR_REC03	Buscamos não consumir recursos sempre que possível.	0,494
RR_REC04	Nossa empresa sempre recusa o uso de materiais com componentes nocivos.	0,458
RR_REC05	Nossa empresa sempre recusa a venda de materiais com componentes nocivos.	0,450
Redução		
RR_RED01	Nossa empresa nunca estimula a redução do consumo de recursos/produtos.	0,410
RR_RED02	Nossa empresa nunca adota práticas internas de redução de consumo de produtos/recursos.	0,502
RR_RED04	Sempre estimulamos a redução do consumo de recursos como uma forma de eliminar a geração de resíduos.	0,521
RR_RED05	Sempre estimulamos nossos clientes a usar os produtos adquiridos por mais tempo.	0,429
Reutilização/Revenda		
RR_REU01	Nossa empresa nunca vende produtos reutilizados.	0,593
RR_REU02	Nossa empresa sempre revende produtos originários de devoluções de mercadoria, mesmo que a preço mais acessível.	0,687
RR_REU05	Sempre estimulamos o consumo de produtos reutilizados aos nossos clientes	0,544
Reparo		
RR_REP02	Sempre recriamos produtos após pequenos reparos mantendo sua função/ objetivo original.	0,627
RR_REP03	Nossa empresa nunca oferece reparos periódicos/planejados nos produtos vendidos a nossos clientes como forma de extensão de sua vida útil.	0,495
RR_REP04	Nossa empresa nunca oferece reparos corretivos aos produtos vendidos a nossos clientes.	0,545
RR_REP05	Nossa empresa sempre repara produtos para posterior venda.	0,670
Renovação/Recondicionar		
RR_REN02	Nossa empresa sempre melhora o desempenho de produtos para extensão de sua vida útil e posterior venda.	0,423
RR_REN03	Nunca oferecemos produtos recondicionados para nossos clientes.	0,430
RR_REN04	Nossa empresa nunca oferece produtos com componentes que foram substituídos/reparados para venda.	0,646
RR_REN05	Sempre estimulamos o recondicionamento de produtos com falhas funcionais em alternativa ao descarte.	0,509
Remanufatura		
RR_REM02	Nunca oferecemos produtos que passaram por processo de desmontagem, verificação e limpeza.	0,600
RR_REM04	Nossa empresa nunca vende produtos que passaram por um procedimento de reprocessamento.	0,725
RR_REM05	Sempre estimulamos a remanufatura de produtos como um processo alternativo ao descarte.	0,587
Reutilização com nova função ou propósito		
RR_REUF03	Nunca oferecemos produtos com componentes reutilizados.	0,379
RR_REUF04	Nossa empresa sempre reutiliza seus produtos para atendimento de novas demandas.	0,519
RR_REUF05	Sempre estimulamos a reutilização como forma de atribuir nova função a produtos para evitar seu descarte.	0,505
Reciclagem		

RR_RECI01	Nossa empresa sempre promove o processamento/separação de materiais para reciclagem.	0,528
RR_RECI02	Nossa empresa nunca vende produtos fabricados com materiais/componentes de origem reciclada.	0,423
RR_RECI03	Sempre procuramos não contaminar/dispor produtos de forma a facilitar o processo de reciclagem.	0,566
RR_RECI05	Sempre estimulamos a reciclagem como forma de reduzir a geração de resíduos na nossa empresa.	0,580
<b>Inovação (alfa de Cronbach 0,779)</b>		
<b>Inovação em Produto</b>		
IN_PROD01	Nossa empresa produz/vende produtos/serviços originais.	0,521
IN_PROD02	Nossa empresa produz/vende produtos/serviços inovadores.	0,484
IN_PROD03	Nossa empresa nunca usa produtos novos para adentrar em mercados.	0,478
IN_PROD05	Sempre buscamos o desenvolvimento de produtos/serviços para públicos específicos.	0,687
IN_PROD07	Enfatizamos plenamente o desenvolvimento de produtos/serviços específicos.	0,625
IN_PROD09	Sempre melhoramos os produtos/serviços antigos.	0,659
IN_PROD010	Sempre aumentamos a qualidade dos novos produtos/serviços.	0,538
<b>Inovação em Processo</b>		
IN_PROC01	Nossa empresa sempre desenvolve novos processos operacionais para atendimento de demandas diversas.	0,478
IN_PROC02	Nossa empresa sempre inova na introdução de novos processos.	0,521
IN_PROC04	Confiamos plenamente na capacidade de inovação aplicada aos processos da nossa empresa.	0,602
IN_PROC05	Nunca utilizamos a inovação de processos para melhorar nossa produtividade.	0,620
<b>Inovação Tecnológica</b>		
IN_TEC01	Nossa empresa nunca substitui produtos obsoletos.	0,495
IN_TEC03	Temos pleno conhecimento de quais são as tecnologias mais avançadas dentro do nosso segmento.	0,646
IN_TEC04	Nossa empresa desenvolve/melhora programas para reduzir o custo de produção/venda.	0,512
IN_TEC05	Nunca integramos atividades de gerenciamento às operações da nossa empresa.	0,535
<b>Inovação Organizacional</b>		
IN_ORG01	Sempre garantimos que nossos funcionários tenham um alto nível de liberdade para propor novas ideias.	0,614
IN_ORG02	Nunca encorajamos que nossos funcionários experimentem novas maneiras de resolver problemas.	0,586
IN_ORG03	A tomada de decisões na nossa empresa sempre é centralizada no gestor.	0,516
IN_ORG04	Nunca promovemos mudanças nas tarefas/funções de nossos funcionários.	0,419
<b>Inovação de Marketing</b>		
IN_MKT01	Nossa empresa sempre busca ativamente ideias de marketing inovadoras.	0,607
IN_MKT02	Nunca lidamos com métodos de distribuição inovadores para os nossos mercados consumidores.	0,455
IN_MKT04	Nunca exploramos mercados que potencialmente podem aumentar a demanda por nossos produtos/serviços.	0,506
IN_MKT05	Nunca desenvolvemos novos canais de divulgação dos nossos produtos/serviços.	0,624
<b>Proposição de Valor (alfa de Cronbach 0,712)</b>		
<b>Criação de Valor</b>		
PV_CRI02	Sempre utilizamos novas tecnologias para melhorar nosso relacionamento com as pessoas.	0,780
PV_CRI03	Sempre utilizamos novas tecnologias para reduzir o consumo de materiais.	0,437
PV_CRI04	Nossa empresa nunca utiliza novos equipamentos sempre que possível para reduzir a geração de resíduos.	0,699
PV_CRI06	Nossas estruturas são modificadas sempre que necessário para aproveitar melhor os recursos disponíveis.	0,560
PV_CRI07	Nunca buscamos formar novas parcerias para melhorar o uso dos nossos recursos.	0,559
PV_CRI08	Sempre estimulamos a criação de valor com nossos colaboradores a partir de práticas de redução de gastos com material.	0,806
PV_CRI09	Sempre estimulamos a criação de valor com nossos parceiros comerciais a partir de práticas de redução de gastos com material.	0,872
PV_CRI010	Sempre buscamos formar novas redes de relacionamento para otimizar a criação de valor na empresa.	0,701

PV_CRI011	A aquisição de novas capacidades sempre é estimulada para melhorar o uso que fazemos dos nossos recursos.	0,717
PV_CRI012	A aquisição de novas competências sempre é estimulada para melhorar o uso que fazemos dos nossos recursos.	0,749
PV_CRI013	Nunca estimulamos a adoção de novos métodos de produção/vendas para criar novo valor.	0,512
PV_CRI014	Nunca buscamos desenvolver novas práticas de negócios para estimular a criação de valor nos nossos produtos/serviços.	0,352
<b>Entrega de Valor</b>		
PV_ENT01	Nossa empresa sempre busca propor novas ofertas de serviços/produtos para gerar valor.	0,760
PV_ENT02	Nossa empresa sempre busca novos clientes para melhorar a entrega de valor.	0,518
PV_ENT03	Nunca exploramos novos segmentos de mercado para propor valor aos clientes.	0,447
PV_ENT04	Nossa empresa sempre busca novos canais de distribuição para aumentar o valor entregue a seus clientes.	0,432
PV_ENT05	Sempre estimulamos a formação de novos relacionamentos com os clientes como forma de entrega de valor.	0,658
PV_ENT07	Sempre desenvolvemos novos produtos/serviços para entregar maior valor a nossos clientes.	0,759
PV_ENT08	Nossas atividades de suporte à produção/venda nunca são constantemente revistas/aprimoradas para fornecer maior valor aos clientes.	0,772
<b>Captura de Valor</b>		
PV_CAP04	Nunca criamos novos métodos de precificação para nossos produtos/serviços.	0,732
PV_CAP05	Sempre exploramos novos métodos de inserção de produtos/serviços no mercado consumidor.	0,369
PV_CAP06	Sempre exploramos novos canais de venda para inserção de produtos/serviços no mercado consumidor.	0,709
PV_CAP07	Nossa empresa sempre estimula que novos métodos de relações com nossos colaboradores sejam adotados para capturar valor.	0,827

Fonte: Dados da Pesquisa.

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A relação entre os constructos de inovação, modelos de negócios de economia circular e recuperação de recursos pode ser interpretada a partir da possibilidade de criação, entrega e captura de valor nos modelos de negócios. A inovação visa incorporar novas formas, processos, serviços, produtos a contextos em que uma empresa opera. A oferta do novo visa promover mudanças incrementais, disruptivas ou radicais, que levam à obtenção de vantagem ou aprimoramento em relação à situação anteriormente estabelecida. No contexto de utilidade de recursos, a maximização do valor ocorre quando o produto está em pleno uso. Até que o recurso seja transformado em produto, percorre-se um processo de transformação e agregação e valor. Após findado o consumo, o valor atribuído ao produto decresce. No contexto da economia convencional ou linear, o fim do uso implica na destinação do produto ao aterro com a consequente extinção do valor.

No contexto da economia circular, o fim de uso implica na adoção de sucessivos processos que visam preservar o valor do produto e reincorpora-lo no ciclo de produção e consumo. Isso pode ocorrer a partir de diferentes princípios de recuperação dos recursos. Pela reciclagem, remanufatura ou reutilização os produtos e recursos são reinseridos em diferentes estágios do processo produtivo, conforme as possibilidades de reaproveitamento. O objetivo é evitar que o recurso se transforme em lixo e perca integralmente seu valor.

Os conceitos apresentados são a base para a definição do modelo de análise do estudo. Os constructos são associados aos temas amplos da economia circular, da inovação e dos modelos de negócios. As tipologias de inovação representam manifestações e graduações diferentes da inovação, com foco em aspectos complementares em relação ao modelo de análise. A inovação incremental visa melhorias em processos, tecnologias, produtos e serviços

já existentes. A inovação radical antecipa e influencia o surgimento de novos significados de produtos e serviços. A inovação disruptiva promove avanços consistentes na ruptura de mercados para os negócios. A inovação aberta é traduzida pela incorporação de conhecimento interno e externo à empresa com o estabelecimento de caminhos novos para os mercados. Os diferentes tipos de inovação são caminhos para viabilizar os modelos de negócios de economia circular, sobretudo em função de processos de recuperação de recursos.

A recuperação de recursos no modelo é representada pelos 10 Princípios R da economia circular. A estrutura descreve de forma hierárquica as Operações de Retenção de Valor de Recurso. Os 10 R's são estabelecidos em função da prioridade da retenção de valor dos recursos, discriminados de R0 a R9 no nível de prioridade do maior para o menor (Reike, Vermeulen, & Witjes, 2018). Os ciclos curtos (R0 a R3) descrevem a recusa (R0), Redução (R1), Reutilização/Revenda (R2) e Reparo (R3). Esses princípios são considerados prioritários por proporcionarem ciclos mais curtos e próximos ao consumo. Os ciclos médios (R4 a R6) consideram a Renovação (R4), Remanufatura (R5) e Reutilização com nova função (R6). São operados por atividades empresariais com ligações indiretas com os consumidores. Os ciclos longos (R7 a R9) descrevem a Reciclagem (R7), Recuperação de energia (R8) e Reextração de recursos (R9). Os ciclos longos focam em atividades tradicionais de gestão de resíduos, com concentração em operações de reciclagem (Reike, Vermeulen, & Witjes, 2018). As diferentes possibilidades de recuperação de recursos são os princípios inerentes à economia circular que possibilitam a extensão do valor do produto e da utilidade dos recursos. Por esses princípios e pela inovação em suas diferentes manifestações e alcances, os modelos de negócios são direcionados à economia circular.

Os modelos de negócios de economia circular visam criar, entregar e capturar valor ambiental, social e econômico com a incorporação de princípios que fornecem soluções mais inteligentes às empresas, sociedade e meio ambiente do que pode ser obtido pelos negócios convencionais. Pela recuperação de recursos e inovação nos modelos de negócios, a empresa gera capacidade de lidar com as constantes mudanças do mercado e disponibilidade de recursos. A inovação do modelo de negócios para a economia circular visa criar novos produtos, serviços, negócios, processos, estruturas, entre outros, alinhados aos princípios da economia circular. A cada nível de implementação via economia circular, os recursos ou componentes são levados novamente à produção em ciclos de recuperação. Para materiais originários da reciclagem, o ciclo leva ao início do processo, visto é necessário o reprocessamento e desmaterialização dos componentes. No caso de revenda ou reuso, o ciclo leva novamente ao estágio de venda. Em qualquer iniciativa, o recurso é colocado em fluxo para garantir a geração contínua de valor.

A partir da inovação e recuperação de recursos nos modelos de negócios de economia circular, diferentes possibilidades de reinserção do material, produto ou componente no ciclo de produção e consumo são operadas para prolongar seu valor. A inovação atua na criação do novo e a inserção de princípios de economia circular e recuperação de recursos condicionam a criação, entrega e captura de valor. O novo valor é criado, entregue e capturado nos modelos de negócio circular a partir de possibilidades de extensão do uso. Desse modo, a cada nova proposição de criação de valor, os ciclos de produção e de utilidade dos recursos são fechados.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo deste artigo é construir e validar uma escala de mensuração de modelos de negócios de economia circular pautada nos preceitos da inovação e validação. É um esforço que consiste na aplicação inicial e avaliação do comportamento do instrumento construído para redução e refinamento do instrumento. A escala foi aplicada em empresas do setor de serviços. Os itens do questionário foram gerados a partir de revisões sistemáticas de literatura com foco em economia circular, inovação e sustentabilidade. Foram gerados 149 itens de escala iniciais,

distribuídos entre as dimensões Modelos de Negócios de Economia Circular, Recuperação de Recursos, Inovação e Proposição de Valor. Da análise fatorial exploratória, foram excluídos 48 itens de escala que não apresentaram carga fatorial satisfatória. Os questionários foram aplicados a uma amostra total de 223 respondentes, distribuídos em quatro grupos. A principal fragilidade do estudo remete ao baixo número de respondentes. Considerando a extensão das escalas, não foi possível obter um número maior de respondentes, sobretudo com a delimitação definida apenas para empresas do setor de serviços. Propõe-se, como proposta para pesquisa futura, a aplicação do questionário reduzido a um número maior de respondentes, para nova rodada de aferição de validade e confiabilidade. Recomenda-se, além da aplicação de Análise Fatorial Exploratória, também a execução de Análise Fatorial Confirmatória.

## REFERÊNCIAS

- Asokan, V. A., Yarime, M., & Onuki, M. (2019). A review of data-intensive approaches for sustainability: methodology, epistemology, normativity, and ontology. *Sustainability Science*. doi:10.1007/s11625-019-00759-9
- Bocken, N., Strupeit, L., Whalen, K., & Nußholz, J. (2019). A review and evaluation of circular business model innovation tools. *Sustainability*, 11(8), 2210.
- Brink, M., Hengeveld, G. M., & Tobi, H. (2020). Interdisciplinary measurement: A systematic review of the case of sustainability. *Ecological Indicators*, 112, 106145. doi:10.1016/j.ecolind.2020.106145
- Corona, B., Shen, L., Reike, D., Carreón, J. R., & Worrell, E. (2019). Towards sustainable development through the circular economy - A review and critical assessment on current circularity metrics. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104498. doi: 10.1016/j.resconrec.2019.104498
- Costa, F. (2011). *Mensuração e desenvolvimento de escalas: Aplicações em Administração*, Rio de Janeiro, RJ: Editora Ciência Moderna Ltda.
- Di Maio, F., Rem, P. C., Baldé, K., & Polder, M. (2017). Measuring resource efficiency and circular economy: A market value approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 163–171. doi:10.1016/j.resconrec.2017.02.009
- Edmondson, D. L., Kern, F., & Rogge, K. S. (2019). The co-evolution of policy mixes and socio-technical systems: Towards a conceptual framework of policy mix feedback in sustainability transitions. *Research Policy*, 48(10), 103555. doi: 10.1016/j.respol.2018.03.010
- Ellen MacArthur Foundation (2015). *Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition*. Ellen Macarthur Foundation, UK.
- European Commission (2018). *Circular Economy. Implementation of the Circular Economy Action Plan*.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. doi:10.1016/j.jclepro.2016.12.048
- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of cleaner production*, 23(1), 216-224.
- Genovese, A., Acquaye, A. A., Figueroa, A., & Koh, S. C. L. (2017). Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. *Omega*, 66, 344–357. doi:10.1016/j.omega.2015.05.015
- Guldmann, E., & Huulgaard, R. D. (2020). Barriers to circular business model innovation: A multiple-case study. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118160. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118160

- Ibarra, D., Ganzarain, J., & Igartua, J. I. (2020). Empirical Measurement Instruments for Business Model Innovation: A Review. In: Castro, R., Giménez, G. *Advances in Engineering Networks: Proceedings of the 12th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*. Springer Nature Switzerland, pp 19-27. doi: 10.1007/978-3-030-44530-0
- Linder, M., Boyer, R. H. W., Dahllöf, L., Vanacore, E., & Hunka, A. (2020). Product-level inherent circularity and its relationship to environmental impact. *Journal of Cleaner Production*, 121096. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121096
- Lonca, G., Muggéo, R., Imbeault-Tétrault, H., Bernard, S., & Margni, M. (2018). Does material circularity rhyme with environmental efficiency? Case studies on used tires. *Journal of Cleaner Production*, 183, 424–435. doi:10.1016/j.jclepro.2018.02.108
- Mentink, B. A. S. (2014). Circular business model innovation: a process framework and a tool for business model innovation in a circular economy.
- Mesa, J., González-Quiroga, A., & Maury, H. (2020). Developing an indicator for material selection based on durability and environmental footprint: A Circular Economy perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 160, 104887.
- Nussholz, J. L. (2018). A circular business model mapping tool for creating value from prolonged product lifetime and closed material loops. *Journal of Cleaner Production*, 197, 185-194. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.06.112.
- Parchomenko, A., Nelen, D., Gillabel, J., & Rechberger, H. (2019). Measuring the circular economy-A Multiple Correspondence Analysis of 63 metrics. *Journal of Cleaner Production*, 210, 200-216. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.10.357
- Pieroni, M. P., McAloone, T. C., & Pigosso, D. C. (2019). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of Cleaner Production*, 215, 198-216.
- Priyadarshini, P., & Chirakkuzhyil Abhilash, P. (2020). Circular Economy Practices within Energy and Waste Management Sectors of India: A Meta-Analysis. *Bioresource Technology*, 123018. doi:10.1016/j.biortech.2020.123018
- Reid, J., & Rout, M. (2020). Developing sustainability indicators – The need for radical transparency. *Ecological Indicators*, 110, 105941. doi:10.1016/j.ecolind.2019.105941
- Reike, D., Vermeulen, W. J., & Witjes, S. (2018). The circular economy: new or refurbished as CE 3.0?—exploring controversies in the conceptualization of the circular economy through a focus on history and resource value retention options. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 246-264.
- Völker, T., Kovacic, Z., & Strand, R. (2020). Indicator development as a site of collective imagination? The case of European Commission policies on the circular economy. *Culture and Organization*, 1–18. doi:10.1080/14759551.2019.1699092