

FORMAÇÃO DO CONCEITO DE UMA ECONOMIA CIRCULAR¹

Mariia A. Gureva

internauka.colab@gmail.com
Universidade Industrial de
Tyumen, Tyumen, Russia

Yulia S. Deviatkova

internauka.colab@gmail.com
Universidade Industrial de
Tyumen, Tyumen, Russia

RESUMO

O artigo representa um levantamento histórico que descreve a emergência e o desenvolvimento da economia circular como um conceito independente e a sua interligação com o fenômeno da nova industrialização. A variedade de definições do conceito de “economia circular” dadas por cientistas russos e estrangeiros é fornecida no artigo; as abordagens básicas para a formação do conceito são determinadas. A análise comparativa dos conceitos básicos relacionados com o ambientalismo (desenvolvimento sustentável, ecologização, economia verde, e economia circular) foi realizada. É estudado o desenvolvimento evolutivo dos imperativos ecológicos que participam na formação do conceito; são descritas as características do conceito, o seu estado atual e as perspectivas gerais de desenvolvimento. O artigo é concluído com a definição clarificada de «economia circular». Do ponto de vista do autor, o conceito de economia circular é uma abordagem geral para promover o crescimento verde no desenvolvimento dos países que permite ultrapassar os problemas ecológicos globais e, como resultado, alcançar um estado sustentável do planeta e salvar vidas na Terra.

Palavras chave: industrialização, desenvolvimento sustentável, economia verde, economia circular, desenvolvimento social e econômico.

¹ A pesquisa é feita com o apoio financeiro do Subsídio Presidencial da Federação Russa para apoiar jovens cientistas russos - candidatos de Ciências - em relação à pesquisa MK-587.2019.6 intitulada “Desenvolvimento dos aspectos teóricos e metódicos do conceito de economia circular como uma nova tendência de desenvolvimento social e econômico sustentável”.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo da investigação, que se baseia na metodologia dos estudos comparativos, é conduzir a Aceleração no processo de desenvolvimento humano moderno, demonstrando que o mundo está acelerando e que há muito menos tempo necessário para uma nova revolução científica e técnica. Este fenômeno tem consequências desastrosas. A humanidade parece não ser capaz de transformar as suas ideias sobre a interação entre a sociedade humana e a natureza: a mudança de hábitos e comportamentos quotidianos para confirmar as afirmações acima aparece no pensamento de O. N. Yanitsky, que diz "... as formas biológicas (incluindo os ecossistemas), que foram formadas durante a evolução têm temporalidades incompatíveis com as formas de vida modernas socialmente construídas..." (Shvab, 2017).

Na era da acessibilidade da informação, homens com oportunidades incríveis de aperfeiçoamento contínuo, autoeducação e autodesenvolvimento, escolheram um modo de vida diferente, simplificando a sua visão de mundo e perdendo-se no vasto campo da informação, colocando uma ênfase errônea nas suas prioridades e interesses. Todos estes processos podem ser resumidos por uma definição bem conhecida de "sociedade de consumo". O paradoxo é que não só o desperdício do estilo de vida da população nos países desenvolvidos, mas também os aumentos da intensidade de recursos da produção dos países em desenvolvimento levaram a um declínio das alterações climáticas e dos ecossistemas (Melnik; Hens, 2007).

Na realidade, um modelo "superconsumidor" mudou rapidamente para um modelo "supercontaminador" e causou uma série de catástrofes e desastres ambientais. Os problemas ambientais globais acumulados ao longo da história do desenvolvimento da civilização tornaram-se claros no início do século XXI e exigiram uma solução urgente. Devido à necessidade de aplicação constante de recursos primários, que finalmente se tornou um desperdício, o modelo de economia linear existente em termos de desenvolvimento da industrialização e do crescimento populacional do planeta pareceu ser ineficaz, incapaz de proporcionar a qualidade de vida necessária. Gradualmente, por vezes sem o perceber, a própria sociedade criou uma armadilha sob a forma de escassez de vários tipos de recursos, e as economias da maioria dos países estão altamente dependentes da sua volatilidade (Mashukova, 2016).

A percepção errada e a construção de um modelo de consumo que evoluiu durante a revolução industrial nos séculos XIX e XX tornou-se a base do modelo económico linear, baseado nos princípios da inesgotabilidade dos recursos naturais, sem preocupação com a gestão dos resíduos. Atualmente os recursos são considerados limitados, e a maioria dos ecossistemas, tendo perdido a capacidade de assimila-

ção, tornaram-se instáveis (Fundação Ellen MacArthur, n.d.). Sem mudanças na trajetória de desenvolvimento e sem a revisão das principais abordagens à produção e ao consumo; uma crise de produção e uma maior deterioração da qualidade de vida são inevitáveis (Gureva, 2019).

A revolução digital no início do século XXI, incluindo uma série de tentativas para criar e desenvolver o processo de robotização, a Internet das coisas e a inteligência artificial marcou a transição para uma nova fase no desenvolvimento tecnológico da produção industrial, chamada "Indústria 4.0", cuja principal força motriz é a Internet das coisas. Ao mesmo tempo, a organização do processo de produção é caracterizada por uma redução acentuada do consumo de energia e material, a concepção de materiais e organismos com propriedades pré-determinadas. De acordo com Calabina, a procura do consumidor serve como principal motor da Indústria 4.0, e o conceito geral baseia-se na percepção do desenvolvimento sustentável como um processo para maximizar o consumo de bens e serviços (Ivanova et al., 2018).

A transição para a Indústria 4.0 irá criar um mundo de unidade virtual e física de produção com fronteiras industriais apagadas, reduzindo significativamente o impacto tecnológico sobre o ambiente (Socheeva, 2017).

Ao considerar a digitalização como uma tecnologia transformadora, por um lado, observa-se um aumento da consciência pública, e, por outro lado, o efeito de certa "transparência" da sociedade. Há uma mudança nas preferências dos consumidores de "Eu quero possuir" para "Eu quero usar"; os limites de compreensão no campo das competências profissionais e quotidianas individuais, conceitos pessoais de trabalho, lazer e educação como um todo, estão mudando. A nova era industrial tem uma característica distintiva na percepção do trabalho desde o ponto de eficiência social, quando o local de trabalho é considerado como um instrumento de autorrealização (o desenvolvimento do conceito de prosumerismo de E. Toffler) (Nechaeva, 2018).

2. MÉTODOS

Em meados do século XX, a comunidade científica mundial, baseada na análise do curso descendente da revolução científica e técnica, chegou a uma conclusão em termos dos limites de oportunidades de crescimento estabelecidos pela exploração do modelo linear (industrial) a uma escala global que levou ao conceito de economia circular como uma solução alternativa.

Em 1972, realizou-se em Estocolmo (Suécia) a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente; o Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA) foi estabelecido como o principal organismo da ONU no domínio do am-

biente. A Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento (UNCED - *United Nations Conference on Environment and Development*), também conhecida como Cúpula da Terra do Rio de Janeiro, foi uma importante conferência das Nações Unidas realizada no Rio de Janeiro em 1992. O principal resultado da conferência foi a sensibilização do público para a necessidade de integrar o ambiente e o desenvolvimento. Em junho de 2012, a conferência “Rio+20” aprovou o documento não vinculativo intitulado “*The Future We Want*” (O Futuro que Queremos), um documento de 49 páginas, incluindo os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Nele, os Chefes de Estado dos 192 governos renovaram o seu compromisso político para com o desenvolvimento sustentável e declararam o seu compromisso para com a promoção de um futuro sustentável. O documento reafirma amplamente os planos de ação anteriores. Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e 169 metas foram anunciados no documento da ONU intitulado “Transformar o nosso mundo: a Agenda para o Desenvolvimento Sustentável de 2030” em 2015 (Programa das Nações Unidas para o Ambiente, n.d.).

Durante a última década, foi dada especial atenção ao novo conceito de desenvolvimento de um modelo econômico, chamado “economia circular”, que é considerado como um novo caminho para o desenvolvimento da sociedade ao longo do caminho da sustentabilidade (Figura 1).

Um estudo das áreas consideradas da economia do ambientalismo mostrou a sua interdependência e interdeterminação, a semelhança da abordagem de formação, confirmando que os seus objetivos globais finais são os mesmos - o estado estável do planeta e a sobrevivência global, com diferenças apenas nas formas de alcançar os objetivos e principais abordagens (Batova et al., 2018; Circular Economy Australia, 2000; Reike et al., 2018).

A análise comparativa da economia dos conceitos de ambientalismo com base nos principais critérios é apresentada na Tabela 1.

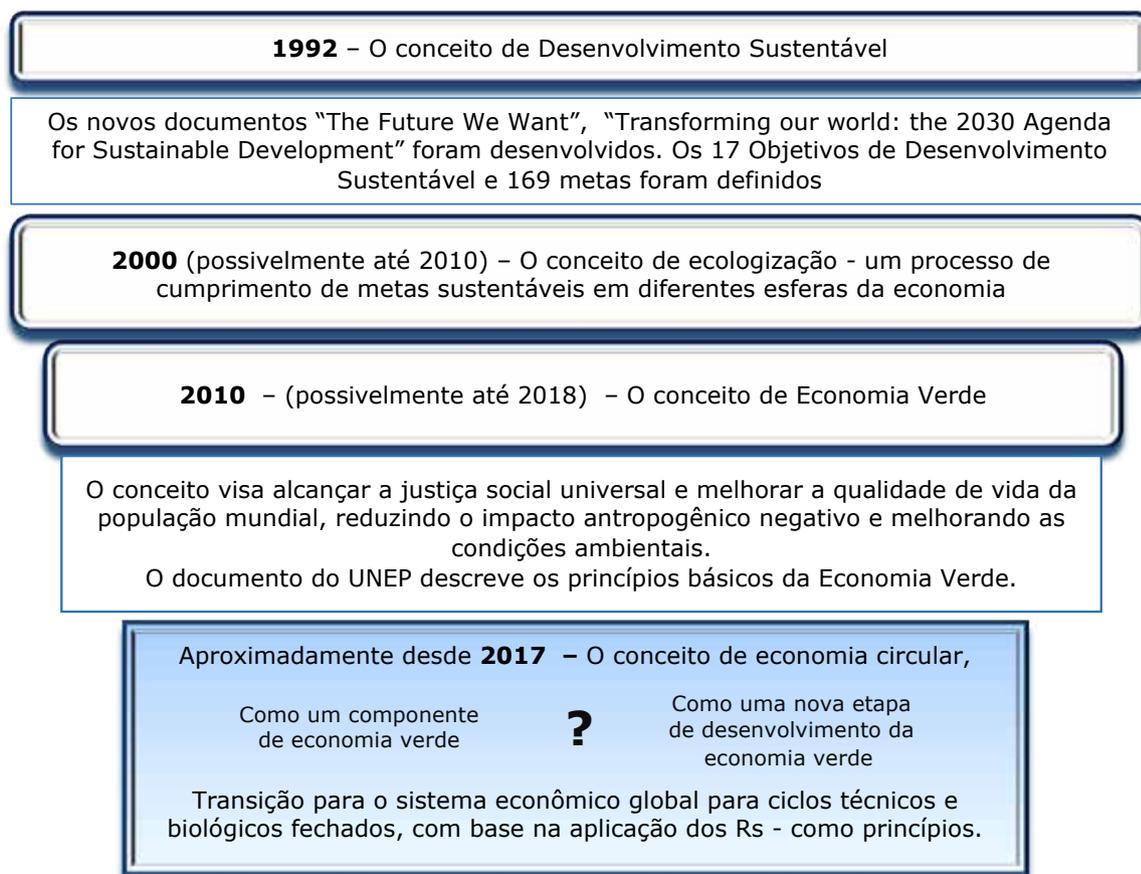


Figura 1. O caminho para a formação e popularização da economia do ambientalismo (preparado pelos autores com base nas obras de Batova et al. (2018) and Gureva (2013)).

Tabela 1. Análise comparativa dos conceitos de economia do ambientalismo

Critério de comparação	Desenvolvimento sustentável	Ecologização	Economia verde	Economia circular
Pico de popularização	1992	2000	2010	2017
Agente principal	Uma pessoa passa da categoria de «objeto» para a categoria de «sujeito».	Uma pessoa ecologicamente consciente	Uma pessoa inovadora	Um homem é parte integrante da natureza e da sociedade
Conceito principal	A satisfação das necessidades da geração atual durante o desenvolvimento não afeta negativamente a capacidade da geração futura de satisfazer as suas próprias necessidades	Desenvolvimento econômico que satisfaça os requisitos ambientais	Um modelo econômico em que um elevado nível de bem-estar da população do planeta é alcançado simultaneamente com a minimização dos riscos ambientais	Um modelo econômico baseado em circuitos fechados com utilização múltipla de recursos e reciclagem de resíduos em grande escala
Meta	17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	Rentabilidade máxima com o mínimo de danos ambientais	Alcançar a justiça social e melhorar o bem-estar simultaneamente com a redução dos riscos ambientais	Alcançar o equilíbrio ecológico com um crescimento econômico e social estável no bem-estar da população mundial, maximizando a eficiência do ciclo de vida de vários recursos, bens e serviços
Mainstream	A trindade dos sistemas sociais, econômicos e ambientais	Muita atenção é dada ao problema da distribuição de vários bens entre a população, dissociando-os	Um crescimento econômico qualitativamente novo (crescimento verde), proporcionado por aspectos inovadores de desenvolvimento equilibrado e seguro	Minimização de resíduos (redução completa no futuro); minimização da extração de recursos
Princípios fundamentais	16 princípios básicos declarados numa conferência da ONU no Rio de Janeiro em 1992 e na Sessão Especial da Assembleia Geral das Nações Unidas (UNGASS) em Nova Iorque, em 1997	Precaução, continuidade, ubiquidade, inter-relação, e integração	Igualdade de gerações, conformidade com os princípios de desenvolvimento sustentável da contabilidade do capital natural e social razoável, utilização sustentável e eficiente dos recursos, criação de empregos «verdes», erradicação da pobreza, melhoria da competitividade e aumento do crescimento nos principais setores da economia (Agência Europeia do Ambiente)	Desenvolvimento dos imperativos do desenvolvimento sustentável R; os 3Rs desenvolvidos anteriormente foram melhorados, atingindo 9Rs
Área de pesquisa	Melhoria da qualidade de vida para a população diversificada do planeta	Manutenção de sistemas de apoio à vida, avaliação do capital natural, desenvolvimento de ferramentas de avaliação inovadoras e modelos variáveis de gestão ambiental	Desenvolvimento sustentável, investimentos verdes, turismo, negócios, educação, biomassa, poluição do carbono, e desenvolvimento dos recursos da terra	Desenvolvimento sustentável e industrialização, extensão do ciclo de vida do produto, simbiose industrial, reciclagem, e cadeias de abastecimento em circuito fechado
Período para implantação	Horários abertos	Limite de tempo	Limite de tempo	Limite de tempo
Objetivo global final	Estado estável do planeta e sobrevivência global			

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas seguintes referências: Batova et al. (2018); Belik et al. (2018); Fundação Ellen MacArthur (n.d.); The United Nations Environment Programme (n.d.); e Circular Economy Austrália (2000); Reike et al. (2018).

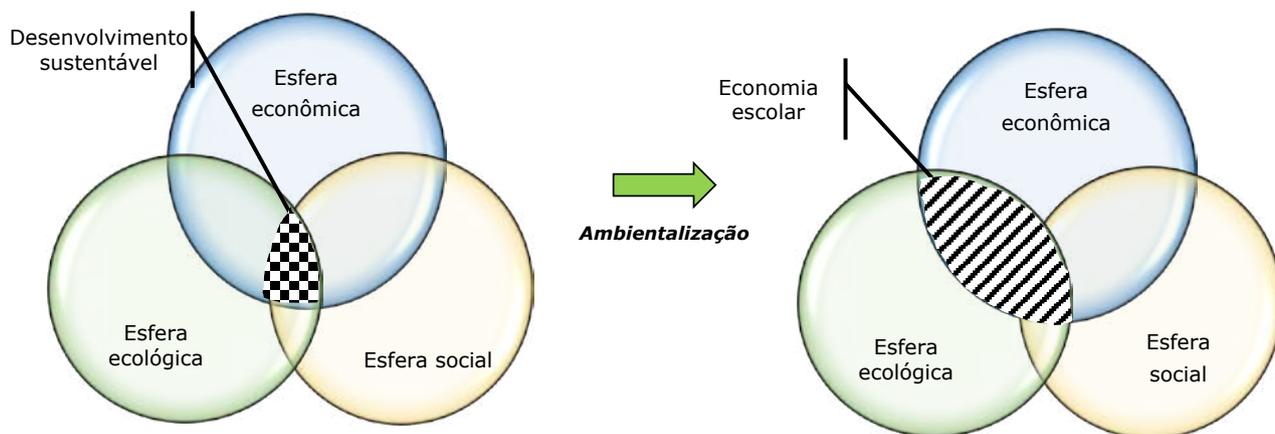


Figura 2. A relação entre os conceitos de desenvolvimento sustentável e a economia circular (preparada pelos autores com base no trabalho de Murray et al., 2017).

3. RESULTADOSS

A principal diferença entre o conceito inicialmente aceito de desenvolvimento sustentável e o conceito posterior de economia circular é a expansão da sua esfera de conceitos, porque na interligação das esferas ambiental e econômica ocorre uma maior fusão através da interação necessária (Figura 2).

A transição da sociedade industrial para a sociedade pós-industrial nos anos 60 do século XX, baseada no progresso tecnológico e na inovação, causou o aparecimento do conceito de economia circular na literatura científica. O conceito de economia circular foi introduzido em 1966 por Kenneth Ewart Boulding (um economista americano). O conceito estava enraizado principalmente em questões ecológicas e ambientais: “um homem deve encontrar seu próprio lugar no sistema ambiental circular”. Mais tarde, o conceito ganhou um caráter mais econômico (Homrich et al., 2018).

Há várias opiniões sobre a origem do termo “economia circular”; vários cientistas acreditam que a economia circular é uma nova etapa no desenvolvimento do conceito de desenvolvimento sustentável e da economia verde; por outro lado, muito menos frequentemente, é considerada como uma direção independente da teoria econômica que surgiu na década de 1970 do século XX (Gureva, 2013; 2019).

A pesquisa bibliográfica foi realizada em Scopus, Elsevier, Elibrary, bases de dados WOS e Google Scholar, usando “economia circular” como palavra-chave no título, palavras-chave ou resumo do documento. O termo é amplamente difundido na literatura científica estrangeira, enquanto na literatura acadêmica russa é muito menos comum. Entretanto, vários cientistas enfatizam que a economia circular não é um análogo da economia “verde”, mas atua como parte

integrante dela, uma forma de alcançar o desenvolvimento sustentável (Mashukova, 2016).

A referência mais antiga à economia circular pertence a Walter Stahel. Em seu relatório de pesquisa de 1976, ele ofereceu a ideia de transição do modelo linear de economia dependente de recursos para uma economia em loop (ou economia circular) (Gureva, 2019; D’Amato et al., 2017; Reike et al., 2018).

As principais definições do termo “economia circular” que foram dadas em diferentes estudos estão representadas na Tabela 2.

Em geral, as abordagens para definição de “economia circular” para o longo período de 15 anos de seu desenvolvimento (de 2004 a 2019) podem ser agrupadas da seguinte forma: um determinado modelo, atividade, sistema, estratégia, processo, ferramenta, economia e filosofia. O termo proposto pela Fundação Ellen MacArthur em 2012 é o mais comumente usado e geralmente aceito, encontrado nos trabalhos revisados e na mídia. Vale notar que no momento não existe uma definição oficialmente aprovada para o termo (Figura 3).

Há três etapas distintas na evolução da economia circular (Tabela 3).

O nome Ellen MacArthur está intimamente ligado ao conceito de uma economia circular. Ela terminou sua circum-navegação do mundo sozinha em tempo recorde mundial em 2005. Após sua aposentadoria da navegação profissional em 2010, Ellen MacArthur anunciou o lançamento da Fundação com seu nome, visando acelerar a transição para uma economia circular. A Fundação Ellen MacArthur trabalha em Educação e Treinamento, Negócios e Governo, Insight & Analysis, Iniciativas Sistêmicas e Comunicações.

Tabela 2. Principais definições do termo “economia circular”

Ano	Autor	Definição
2004	The Waste and Resources Action Programme	uma alternativa a uma economia linear tradicional
2004	Sergienko; Rona	modelo econômico global que separa crescimento econômico e desenvolvimento do consumo de recursos não-renováveis
2007	Wen et al.	uma maneira de resolver o problema do desenvolvimento sustentável
2007	Melnik; Hens	uma atividade para a produção, distribuição e consumo de bens, baseada nos princípios de conservação de vários recursos e materiais, «economia sem desperdício».
2008	Geng; Doberstein	a realização de um ciclo fechado de fluxos de material no sistema econômico
2008	Yuan et al.	uma estratégia política destinada a reduzir a escassez de recursos e a poluição
2009	Zhang et al.	um caminho para um desenvolvimento sustentável
2011	Zhu et al.	uma forma de desenvolvimento econômico contínuo sem criar problemas ambientais e de recursos significativos
2012	The Ellen MacArthur Foundation	uma nova maneira de projetar, fazer e usar as coisas dentro dos limites planetários. Uma economia circular é baseada nos princípios de projetar resíduos e poluição, manter produtos e materiais em uso e regenerar os sistemas naturais
2013	Su et al.	É uma estratégia de desenvolvimento sustentável que tem como objetivo aumentar a eficiência material e energética
2013	Sazonova	uma nova tendência, uma base para a quarta revolução industrial
2014	United Nations	um sistema que mantém o valor agregado em produtos pelo maior tempo possível e elimina o desperdício. Ele mantém os recursos dentro da economia quando um produto chega ao fim de sua vida útil, para que possa ser utilizado de forma produtiva repetidamente e, assim, criar mais valor
2014	Jiao; Boons	um conceito holístico que abrange as atividades de «redução, reutilização e reciclagem» no processo de produção, circulação e «consumo»
2014	Wei et al.	um modelo de desenvolvimento econômico com máxima utilização de recursos e proteção ambiental
2015	Birat	«um conceito contemporâneo e popular que descreve como os materiais e recursos devem ser tratados no futuro»
2015	Murray A.	«um conceito contemporâneo e popular que descreve como os materiais e recursos devem ser tratados no futuro». «um modelo econômico no qual o planejamento, o fornecimento de recursos, a aquisição, a produção e o reprocessamento são projetados e gerenciados, tanto como processo quanto como resultado, para maximizar o funcionamento do ecossistema e o bem-estar humano»
2015	Haas et al.	«uma estratégia simples, mas convincente que visa reduzir tanto a entrada de materiais virgens quanto a saída de resíduos, fechando laços econômicos e ecológicos de fluxos de recursos».
2015	Tukker	uma filosofia mutuamente benéfica que confirma que uma economia próspera e um ambiente saudável podem coexistir
2016	Ghisellini et al.	um espaço para resolver problemas agravantes de recursos, um conceito que nos permite separar o uso direto de recursos do crescimento econômico
2016	Circular Economy Australia	«um modelo alternativo que antecipa e projeta para que os recursos sejam devolvidos com segurança à natureza ou de volta aos sistemas onde possam ser reutilizados ou renovados».
2016	Sauve et al.	«um modelo de produção e consumo de bens através de fluxo de material em circuito fechado que internaliza externalidades ambientais ligadas à extração de recursos virgens e à geração de resíduos (incluindo a poluição)»
2016	Lieder; Rashid	«uma solução para uma série de desafios como a geração de resíduos, a escassez de recursos e a manutenção dos benefícios econômicos».
2016	Serbulova et al.	um sistema de recuperação ou de produção regenerativa; é um processo integrado de gerenciamento de resíduos.
2016	Pilyugina	uma economia que melhora o bem-estar das pessoas e assegura a justiça social, reduzindo significativamente os riscos ambientais
2017	Geissdoerfer et al.	«um sistema regenerativo no qual a entrada de recursos e o desperdício, a emissão e o vazamento de energia são minimizados pela desaceleração, fechamento e estreitamento dos laços de material e energia».
2017	Alexandrova; Esipova	uma atividade econômica voltada para a conservação de energia, produção, circulação e consumo regenerativos ambientalmente amigáveis. O modelo circular é a forma mais bem sucedida de economizar recursos e materiais e ter um crescimento econômico contínuo

Ano	Autor	Definição
2017	Pakhomova et al.	uma das ferramentas para resolver problemas ambientais a fim de realizar um futuro ambiental sustentável
2017	Kirchherr et al.	«um sistema econômico baseado em modelos comerciais que substituem o conceito de ‘fim de vida’ por reduzir, alternativamente reutilizar, reciclar e recuperar materiais nos processos de produção/distribuição e consumo, operando assim em nível micro (produtos, empresas, consumidores), meso (parques eco industriais) e macro (cidade, região, nação e além), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, o que implica criar qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social, em benefício das gerações atuais e futuras».
2018	Mashukova	uma filosofia de reciclagem e lucro do que antes era considerado desnecessário e enviado para os resíduos de serviços públicos como parte da economia linear tradicional
2018	Nechayeva E. O.	uma economia baseada em recursos renováveis, a transição para fontes de energia renováveis e o processamento de matérias primas secundárias
2018	Antropov et al.	- uma parte integral do conceito mais amplo de uma economia “verde”;
2018	Korhonen J. et al.	uma iniciativa de desenvolvimento sustentável com o objetivo de reduzir os fluxos lineares de material e energia dos sistemas de produção-consumo da sociedade, aplicando ciclos de materiais, fluxos de energia renováveis e do tipo cascata ao sistema linear

Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 3. Abordagens para as definições de “economia circular”

Fonte: elaborado pelos autores

A Fundação é agora líder global na aplicação da teoria dos sistemas e da teoria da complexidade para enfrentar os maiores desafios de nosso tempo, pois trabalha com empresas, governo e mundo acadêmico para construir uma estrutura para uma economia que seja restauradora e regenerativa por projeto. O Fundo é um participante ativo nos principais fóruns econômicos do mundo e atrai um número crescente de sócios fundadores (Sergienko; Rohn, 2004).

Com base na análise dos trabalhos acadêmicos, os autores concluíram que a maioria dos cientistas usa o prefixo “re” ao mesmo tempo em que descrevem os princípios da economia circular. O prefixo “re”, que ocorre originalmente

em palavras emprestadas do latim, usadas com o significado “novamente” ou “repetidamente” para indicar repetição, reflete o significado da economia circular (D’Amato et al., 2017).

Inicialmente, havia três princípios orientadores da economia circular - os princípios “3R” (reduzir, reutilizar e reciclar) que foram transformados em princípios “9R”. Deve-se observar que seu desenvolvimento posterior ainda é possível (Figura 4).

Uma característica detalhada dos princípios 9R da economia circular é apresentada na Figura 5.

Tabela 3. Etapas da evolução da economia circular

Período	Título	Descrição
1970 – 1990	Atividades de reutilização e gestão de resíduos	Nos países europeus e nos EUA, várias medidas legislativas ambientais foram adotadas. O conceito 3R (reduzir, reutilizar e reciclar) se tornou mais popular em nível governamental. As medidas estatais foram restritivas, levando em conta as preferências dos produtores. O Princípio de que o Poluidor paga foi estabelecido. O foco foi deslocado para a questão da gestão de resíduos, mas isso se deveu à falta de desenvolvimento da cultura ambiental e à preocupação de que os territórios dos países pobres fossem utilizados para armazenamento e reciclagem de resíduos. A televisão e a mídia em rápida ascensão estavam prestando atenção às mudanças ambientais em andamento. Portanto, surgiu a literatura científica sobre reciclagem, coleta e gerenciamento de resíduos
1990 – 2010	Estratégias de ecoeficiência	A ideia de pagamentos ambientais (taxas de poluição) (relatório Brundtland, 1987) teve certa influência na evolução da economia circular. Os problemas ambientais eram percebidos pela sociedade como uma espécie de oportunidade econômica. No início dos anos 2000, com o desenvolvimento e crescimento da Internet e o aumento da velocidade da troca de informações, vários problemas ambientais foram anunciados como globais, tais como o desgaste da camada de ozônio, o aquecimento global etc. A comunidade acadêmica está desenvolvendo ativamente possíveis formas de produção de zero resíduo, mas somente na esfera industrial. As primeiras referências à economia circular apareceram em vários bancos de dados de literatura científica, como por exemplo, na Scopus em 2004. A ideia de uma economia de ciclo fechado está gradualmente se popularizando.
2010 até o presente	Máxima economia na era da escassez de recursos	Por volta de 2010, o conceito de uma economia circular, resumindo as ideias mais viáveis da pesquisa teórica, ganhou sua forma final. O problema central declarado é a sobrevivência da humanidade em termos de redução e crise de recursos naturais, crescimento da população mundial e a quantidade de desperdícios. Em particular, ideias e investigações dedicadas à economia circular criada pela equipe da Fundação Ellen MacArthur são amplamente difundidas. Está previsto que o crescimento econômico futuro será independente dos recursos naturais e, portanto, a dependência energética será superada. Isso permitirá salvar a ecossfera. Especialistas oferecem empresas para planejar o desenvolvimento com base em três princípios: inovação verde, fontes alternativas e uma mudança no paradigma industrial. Atualmente, aproximadamente 500 empresas no mundo estão utilizando uma estratégia de economia circular.

Fonte: Elaborado pelos autores com base no trabalho de D'Amato et al. (2017).

3 R Modelo geral da economia circular	4 R Economia circular: prioridades e mecanismos	5 R Princípios da economia circular	9 R Princípios de aplicação útil de materiais e produtos
Reduzir	Escolha e design do material	Reduzir	Recusar (interromper o uso excessivo de matérias-primas)
Reutilizar	Em cascata	Reutilizar	Reduzir (diminuir o volume de matérias-primas utilizadas)
Reciclar	Extensão vitalícia	Reciclar	Reutilizar (usar novamente)
	Mudança de padrão de consumo	Regenerar	Reparar (manutenção e reparo)
	Gestão de recursos	Recuperar	Remodelar (renovar e redecorar)
	Desenvolvimento de infraestrutura		Remanufaturar (reconstrução de um produto de acordo com as especificações do produto manufaturado original usando uma combinação de peças reutilizadas, reparadas e novas)
	Restauração de recursos		Reaproveitar (usar algo para um propósito diferente daquele para o qual foi originalmente destinado)
	Descarte seguro		Reciclar (tratar ou processar (materiais usados ou resíduos) de modo a torná-los adequados para reutilização)
			Recuperar (conversão de materiais residuais não recicláveis em calor utilizável, eletricidade)

Figura 4. Evolução dos princípios orientadores da economia circular

Fonte: elaborado pelos autores com base nos seguintes trabalhos publicados: Batova et al. (2018); Mashukova (2016); Nikitina; Zvonovskiy (2018); Sazonova (2013); Serbulova et al. (2016).

A falta de uma conceituação clara dos princípios básicos, juntamente com um número crescente de áreas adicionalmente emergentes no estudo dos imperativos R, pode ser explicada pelo seguinte:

- Muitos trabalhos de pesquisa de diferentes autores são dedicados ao conceito de economia circular; é por isso que uma área clara de conhecimento dificilmente pode ser determinada;
- A economia circular não é um campo de estudo estritamente isolado; sua origem teve lugar na interseção de diferentes ciências;
- Os processos de globalização que ocorrem no ambiente científico nos permitem identificar e apresentar à comunidade científica mundial estudos anteriormente desconhecidos, o que afeta a percepção dinâmica da economia circular;
- As organizações internacionais utilizam vários princípios R em sua terminologia e documentos oficiais; às vezes os princípios e a terminologia de diferentes empresas não são de resposta mútua (D'Amato et al., 2017; Jiao; Boons, 2014).

De acordo com os estudos da Fundação Ellen MacArthur (a pioneira na promoção das ideias da economia circular), suas diversas características se distinguem da seguinte forma:

- Manutenção de um equilíbrio sustentável dos recursos naturais e monitoramento de sua condição e utilização, a fim de evitar o esgotamento do capital natural;
- Desenvolvimento, distribuição e implementação generalizada de processos de fabricação otimizados para atingir o nível máximo de sua reutilização;
- Aumento da eficiência dos sistemas econômicos e ambientais da atividade industrial, excluindo os efeitos negativos (Alexandrova, 2017; Sergienko; Rohn, 2004).

4. DISCUSSÃO

A aplicação prática da economia circular pode ser observada em todos os níveis da atividade econômica global - desde uma ação individual até o nível planetário de interação dos representantes dos países, o que tornará possível a transição do modelo linear da economia (Tabela 5).

Há vários desafios enfrentados durante a implementação do conceito de economia circular:

- Cultural (decisões e ações ambientais das empresas, falta de interesse e conscientização dos consumidores, seguindo os princípios da economia linear durante o processo operacional, e interesse nas cadeias de valor final);
- Legislativo (compras limitadas em circuito fechado, falta de consenso internacional, e proibição de leis e regulamentos);
- Barreira de mercado (materiais de má qualidade, padronização, alto valor de investimento e financiamento limitado de modelos de negócios circulares);
- Tecnológico (capacidade de fornecer produtos remodelados de alta qualidade, falta de apresentação das decisões do projeto e falta de avaliação do impacto ambiental) (Kirchherr et al., 2017).

Vários autores observaram pré-requisitos semelhantes necessários para uma transição efetiva para uma economia circular:

- Necessidade de estabelecer uma estrutura jurídica e política forte para a proteção ambiental;
- Medidas de apoio governamental às organizações que implementam os princípios da economia circular;
- Apoio e estímulo às atividades de pesquisa dedicadas à economia circular;
- Divulgação e promoção de uma visão empresarial ecologicamente correta e ambientalmente consciente entre as empresas;
- Aumento da conscientização e educação ambiental (Alexandrova, 2017; Larionov, 2018).

5. CONCLUSÃO

A economia circular tem um grande potencial para aperfeiçoar soluções gerenciais e tecnológicas para superar problemas ambientais e econômicos na esfera dos recursos. A base teórica da economia circular foi influenciada pelas teorias econômicas do desenvolvimento da industrialização dos sistemas socioeconômicos.

Resumindo o acima exposto, pode-se supor que a economia circular é um modelo econômico baseado nos princípios de sistemas fechados de ciclos tecnológicos e biológicos, que pode ser considerado como uma ferramenta da economia verde destinada a alcançar o desenvolvimento susten-

Legenda	Título	Descrição	
0R	Recusar	Recusa de uso excessivo de matérias-primas. Os consumidores devem comprar e consumir menos. A redução do volume de resíduos (como papel de embalagem, talheres descartáveis, etc.) é enfatizada em algumas fontes da literatura. Todos os estágios do ciclo de vida do produto são afetados, incluindo design, processos de produção, etc.	
	1R	Repensar	Novo pensamento sobre o ciclo de vida do produto e uso de matéria-prima para mudá-lo e melhorá-lo.
	2R	Reduzir	Redução do uso de matéria-prima com maior eliminação total da produção de resíduos, tanto em nível individual quanto industrial
3R	Reutilizar	Prática de usar novamente o produto descartado em boas condições por outro cliente. Desenvolvimento ativo de revenda, especialmente na Amazon e eBay e outros sites de compras online importantes	
	4R	Reparar	Manutenção e reparo de produto defeituoso para que possa ser usado com sua função original. Existem várias opções para implementar este princípio: um consumidor conserta o produto por conta própria ou em uma empresa de conserto especial ou fabricantes de produtos fornecem serviço de conserto e manutenção
5R	Renovar	Restaura ou renova um produto antigo e o atualiza sem alterar a maior parte dele (especialmente edifícios, equipamentos pesados)	
6R	Remanufaturar	Usa partes de um produto descartado em um novo produto com a mesma função para prolongar seu ciclo de vida	
7R	Reaproveitar	Uso de um produto descartado para uma finalidade diferente daquela para a qual foi originalmente destinado, ou seja, segunda vida de produtos descartados. É semelhante a 1R, a diferença é que não é usado na esfera da manufatura, mas na esfera do design	
8R	Reciclar	Processamento de materiais para obtenção de novos produtos, triagem dos resíduos para "capturar" e devolver recursos "limpos" ao ciclo produtivo	
9R	Recuperar	Incineração de material com recuperação de energia e / ou biorrefinaria	

Figura 5. Característica dos princípios 9R da economia circular

Fonte: preparado pelos autores com base nos trabalhos dos seguintes autores: D'Amato et al. (2017); Jiao; Boons (2014); Kirchherr et al. (2017); Sauvé et al. (2015).

Tabela 5. Análise comparativa dos modelos de economia linear e circular

Critério de comparação	Economia circular	Economia linear
1	2	3
Indivíduos	Um consumidor age como parte integrante da sociedade e da natureza	Um consumidor só pensa em seus benefícios
Integridade do sistema	Interrelação, triunidade da economia, ecologia e sociedade	O mercado atua como um sistema completo
Objetivo principal	Alcançar o equilíbrio ecológico durante o crescimento econômico e social sustentável e a prosperidade, aumentando a eficácia do ciclo de vida dos produtos, serviços e recursos	Maximizar o lucro com falta de atenção às questões ecológicas. O processo é caracterizado por um crescimento econômico desequilibrado, prosperidade e estratificação social
Nível de produção	Fabricação em ciclo fechado, direcionada para minimizar a quantidade de produtos. Os produtos manufaturados em geral são de mais qualidade e são reutilizáveis	Crescimento constante da quantidade de bens manufaturados e serviços (de qualidade legal em geral), aumento da taxa de produção em todas as esferas. O processo é caracterizado por uma crise de superprodução e saturação do mercado
Nível de consumo	Desenvolvimento de novos padrões de consumo de bens e serviços, dependendo de sua necessidade e importância para os consumidores	Satisfação do desejo excessivo por bens, peculiar ao comportamento dos superconsumidores
Tipo de gestão de recursos naturais	Criação de recursos	Consumo de recursos
Inter-relação entre sociedade e natureza	Integração da ecologização no sistema de processos de fabricação. O processo é caracterizado pela redução do impacto antropogênico sobre o meio ambiente	O aumento do impacto antropogênico sobre o meio ambiente causa crise ambiental em todo o planeta
Recursos utilizados	Interação de recursos financeiros, informativos, intelectuais, trabalhistas e outros recursos para produzir e usar bens feitos de materiais recicláveis	Recursos naturais extraídos sem considerar os danos ambientais
Quantidade de resíduos	A redução gradual visava o desaparecimento total de resíduos, aplicando novas abordagens disponíveis no processo de desenvolvimento tecnológico. Surgimento de novos ramos	Constante crescimento dos resíduos industriais e de consumo. O acúmulo de resíduos causa um problema ecológico global
Tipos de fabricação predominantes na indústria	Desenvolvimento de indústrias inovadoras e baseadas no conhecimento	Produção intensiva em mão-de-obra, caracterizada pelo nível legal de atividade inovadora e envolvendo diferentes tipos de ativos intangíveis
Parceria social	Posição socioeconômica ativa com alto nível de responsabilidade empresarial	Analfabetismo ambiental, empresas que não respeitam o meio ambiente em conformidade com leis, regulamentos, normas e outros requisitos ambientais, somente sob pressão
Ciclo de vida do produto	Ciclo de vida prolongado do produto (serviço) com uma oportunidade de reciclagem e reutilização	Ciclo de vida curto do produto (serviço), causado por sua rápida depreciação moral

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas seguintes referências: Belik et al. (2018); Esipova et al. (2018); Liedler; Rashid (2016).

tável e cumprir os principais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

O conceito de economia circular é uma forma universal de crescimento verde, que permite tomar o lugar do modelo de economia linear, e assim minimizar a dependência de recursos da produção, superar a desigualdade social e econômica global, resolver problemas ambientais causados pela crise global e, finalmente, superar a crise da sustentabilidade ambiental e salvar vidas na Terra.

REFERÊNCIAS

- Alexandrova, V. D. (2017). The actuality of transition to the model of circular economy in Russia. *International Journal of humanities and Natural Science*, 11, 106-110. Retrieved from <http://intjournal.ru/aktualnost-perehoda-k-modeli-tsirkulyarnoj-ekonomiki-v-rossii/>
- Antropov, V., Bochko, V., Kniss, M. (2018). Development Russian "green" economy. *Herald of the Ural State University of Railway Transport*, 3(39), 68-83.
- Batova, N., Sachek, P., Tochitskaya, I. (2018). Circular economy in action: forms of organization and best practices, BEROG Green Economy Policy Paper Series, PP GE no. 5. Retrieved from http://eng.beroc.by/research/policy_papers/ge-5/
- Batova, N., Sachek, P., Tochitskaya, I. (2018). On the way to Green Growth: window opportunities of circular economy, BEROG Green Economy Policy Paper Series, PP GE no. 1. Retrieved from http://eng.beroc.by/research/policy_papers/ge-01-eng/
- Belik, I., Starodubets, N., Ivlev, S., Zverev, S. (2018). Formation of the investment portfolio in accordance with the criteria of circular economy. *Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management*, 17(6), 986-1004. Retrieved from <https://vestnik.urfu.ru/ru/arkhiv/journal/101/article/1158/>
- Birat J.P., Life-cycle assessment, resource efficiency and recycling (2015). *Metallurgical Research & Technology*, 112(2), 24. doi: org/10.1051/metal/2015009
- Boulding, K. (1966). The economics of the coming spaceship earth. In Jarrett, H. (Ed.), *Environmental Quality in a Growing Economy: Essays from the Sixth RFF Forum*. Baltimore: John Hopkins University. Retrieved from http://arachnid.biosci.utexas.edu/courses/THOC/Readings/Boulding_SpaceShipEarth.pdf
- Burger, M., Stavropoulos, S., Ramkumar, S., Dufourmont, J., van Oort, F. (2019). The heterogeneous skill-base of circular economy employment. *Research Policy*, 48(1), 248-261. doi:10.1016/j.respol.2018.08.015
- Circular Economy Australia. (2000). Retrieved from <http://www.circulareconomyaustralia.com>
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähinen, K., Korhonen, J., et al. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716-734. doi:10.1016/j.jclepro.2017.09.053
- Esipova, O. V., Blazhov, N. M., Satsyuk, I. A. (2018). Circular economy. In Gulyaev, G. Yu. (Ed.), *Proceedings of 4th International Research and Practical Conference "Modern science: topical issues, achievements and innovations"*, Part 2 (pp. 107-110). Penza: MTsNS "Nauka i Prosveshchenie" Publ.
- 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., Doberstein, B. (2008). Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving "leapfrog development." *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 15(3), 231-239. doi:10.3843/susdev.15.3:6
- 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. doi:10.1016/j.jclepro.2015.09.007
- Gureva, M. A. (2013). Methodological instruments for estimation of territory environmentalization (Doctoral dissertation). Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation.
- Gureva, M. A. (2019). A theoretical framework for circular economy. In *Materials of International scientific forum "Culture and Ecology"*, Part 1 (pp. 54-59). Ekaterinburg: Ural Federal University.
- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., Heinz, M. (2015). How circular is the global economy: an assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the World in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 765-777. doi:10.1111/jiec.12244
- Homrich, A. S., Galvão, G., Abadia, L. G., Carvalho, M. M. (2018). The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Cleaner Production*, 175, 525-543. doi:10.1016/j.jclepro.2017.11.064
- Ivanova, M. V., Dyachenko, N. G., Gilyarova, Yu. L. (2018). Circular economy: opportunities for development of the Murmansk region. In Kuznetsov S, A., Ivanov S. V. (Eds.), *Proceedings of the all-Russian Scientific and Practical Conference "Multifactor Challenges and Risks in the Context of the Implementation of the Strategy of Scientific, Technological and Economic Development of the Macro-Region North-West"* (pp. 270-277). Saint-Petersburg: Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation.
- Jiao, W., Boons, F. (2014). Toward a research agenda for policy intervention and facilitation to enhance industrial symbiosis

- based on a comprehensive literature review. *Journal of Cleaner Production*, 67, 14-25. doi: 10.1016/j.jclepro.2013.12.050
- Kalabina, E. G. (2017). New industrialization, technological changes and sphere of labor of the industrial companies. *Herald of Omsk University. Series "Economics"*, 1(57), 72-81.
- Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huijbregtse-Truijens, A., Hekkert, M. (2018). Barriers to the circular economy: evidence from the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150, 264-272. doi:10.1016/j.ecolecon.2018.04.028
- Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. doi:10.1016/j.resconrec.2017.09.005
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., Birkie, S. E. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544-552. doi:10.1016/j.jclepro.2017.12.111
- Larionov, V. I. (2018). Circular economy as a new way of development. In *Actual problems and current trends in the socio-economic development of the region and the country: a collection of scientific papers based on the results of the International Scientific and Practical Conference* (pp. 173-174). Saratov: Saratov Socio-Economic Institute of Plekhanov Russian University of Economics.
- Lieder, M., Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36-51. doi:10.1016/j.jclepro.2015.12.042
- Maier, H. (1999). Wachstum aus der Sicht der ökologischen Ökonomie. In *Jahrbuch ökologischer Ökonomie*. Marburg: Metropolis.
- Margaryan, A. G. (2018). Idealnaya model ekonomiki [The ideal model of the economy]. *Vestnik Nauki*, 1(9), 136-137.
- Mashukova, B. (2016). Basic principles of cyclic economy (Closed-loop economy). *European Science*, 7(17), 14-16. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-print-sipy-tsiklichnoy-ekonomiki-ekonomika-zamknutogo-tsikla>
- Melnik, L., Hens, L. (Eds.). (2007). *Socio-economic potential of sustainable development: textbook*. Sumy: University book.
- Mishenin, E., Koblianska, I. (2017). Perspectives and mechanisms of "circular" economy global development. *Marketing and Management of Innovations*, 2, 329-343. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/318253203_Perspectives_and_mechanisms_of_circular_economy_global_development
- Murray, A., Skene, K., Haynes, K. (2017). The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369-380.
- Nechaeva, E. (2018). Rol sotsialnoy laboratorii i Quadruple Helix modeli v perekhode Samary na tsirkulyarnuyu ekonomiku [The role of social laboratory and Quadruple Helix models in the transition of Samara on the circular economy]. *Vestnik sovremennyh issledovaniy [Herald of Current Researches]*, 8(23), 60-62.
- Nikitina, B.A., Zvonovskiy, V. B. (2018). Vliyanie tsirkulyarnoy i sheringovoy ekonomiki na kachestvo zhizni naseleniya i formirovanie innovatsionnyh rabochikh mest v sovremennom obshchestve [The impact of the circular and sharing economy to the quality of life of the population and the formation of innovative jobs in modern society]. *Problemy razvitiya predpriyatiy: teoriya i praktika [Problems of companies' development: theoretical and practical approaches]*, 3, 79-85.
- Nikulychev, Yu. (2017). Upravlenie otkhodami. Opyt Evropeyskogo soyuza [Waste management. The European Union experience] (Analytical review). Moscow: INION RAN. Retrieved from http://inion.ru/site/assets/files/1109/nikulichev_upravlenie_otkhodami.pdf
- Pakhomova, N., Rikhter, K., Vetrova, M. (2017). Perekhod k tsirkulyarnoy ekonomike zamknutym tsepyam postavok kak faktor ustoychivogo razvitiya [Transition to circular economy and closed-loop supply chains as driver of sustainable development]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta Ekonomiki [Bulletin of Saint Petersburg University of Economics]*, 5, 244-268. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/v/perekhod-k-tsirkulyarnoy-ekonomike-i-zamknutym-tsepyam-postavok-kak-faktor-ustoychivogo-razvitiya>
- Pilyugina, M. (2016). Tsirkulyarnaya model ekonomiki kak novyy podkhod k probleme ustoychivogo razvitiya [The circular economy model as a new approach to sustainable development]. *Stroitelstvo - Formirovanie Sredy Zhiznedeyatelnosti*, 148-149. Retrieved from <http://integross.net/cirkulyacionnaya-model-ekonomiki-kak-novyj-podkhod-k-probleme-ustojchivogo-razvitiya/>
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 179, 605-615. doi:10.1016/j.jclepro.2017.12.224
- Reike, D., Vermeulen, W. J. V., 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. doi:10.1016/j.resconrec.2017.08.027
- Rudneva, L. N., Gureva, M. A. (2015). *Economics of Natural Resource Use: textbook for universities*. Tyumen: TSOGU.
- Sauvé, S., Bernard, S., Sloan, P. (2015). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17. doi:10.1016/j.envdev.2015.09.002

- Sauve, S., Bernard, S., Sloan, P., (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17. doi: 48e56. <https://doi.org/10.1016/j.env-dev.2015.09.002>.
- Sazonova, T. (2013). Volny internatsionalizatsii i perspektivy globalizatsii [Waves of internationalisation and prospects of globalization]. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*, 176, 495-502. Retrieved from <https://elibrary.ru/item.asp?id=20929110>
- Serbulova, N., Sivolapenko, E., Panosyan, S. (2016). Aktualnost perekhoda ot lineynoy k tsirkulyarnoy modeli ekonomiki [The relevance of the transition from a linear to a circular economic model]. In Gulyaev, G. Yu. (Ed.), *Economist of the year* (pp. 60-65). Penza: MTsNS "Nauka i Prosveshchenie" Publ.
- Sergienko, O., Rohn, H. (Eds.). (2004). *Basics of the eco-efficiency theory: monograph*. Saint- Petersburg: STPbSUR&FT. Retrieved from https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Basics_EcoEfficiency_ru.pdf
- Shvab, K. (2017). *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya [The fourth industrial revolution]*. Moscow: EKSMO.
- Sivolapenko, E., Proskurina, N., Panosyan, S. (2017). Tsirkulyarnaya model ekonomiki: tekhnologii "energiya iz otkhodov" [The circular economy model: technologies "waste to energy"]. In *Best research paper* (pp. 402-404). Penza: Science and Enlightenment.
- Socheeva, V. E. (2017). Circular economic model as a new approach to the problem of sustainable development. *Journal of Economy and Business*, 7, 122-124.
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215-227.
- Suárez-Eiroa, B., Fernández, E., Méndez-Martínez, G., Soto-Oñate, D. (2019). Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. *Journal of Cleaner Production*, 214, 952–961. doi:10.1016/j.jclepro.2018.12.271
- The Ellen MacArthur Foundation. (n.d.). Retrieved from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>
- The United Nations Environment Programme. (n.d.). Retrieved from <https://www.unenvironment.org/>
- Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy – a review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 76-91. doi:10.1016/j.jclepro.2013.11.049
- United Nations. (n.d.). Retrieved from <https://www.un.org/>
- Wei, F., Liu, S., Yin, L., Li, W., Yu, Z. (2014). Research on performance evaluation system for green supply chain management based on the context of recycled economy-taking guangxi's manufacturing industry as example. *Journal of Grey System*, 26, 177-187.
- Wen, C. F., Zhao, Y. L., Liang, R. Z. (2007). Recycle of low chemical potential substance. *Resources, Conservation and Recycling*, 51(2), 475-486. doi:10.1016/j.resconrec.2006.10.011
- Yanitskiy, O. N. (2018). Novyy doklad Rimskomu klubu k 50-letiyu ego osnovaniya: plyusy i minusy [A new report to the roman club for the 50th anniversary of its foundation: pluses and minuses]. *Authority*, 26 (2), 19-25.
- Yuan, Z., Bi, J., Moriguichi, Y. (2008). The circular economy: A new development strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*, 10(1–2), 4-8. doi:10.1162/108819806775545321
- Zhang, H., Hara, K., Yabar, H., Yamaguchi, Y., Uwasu, M., Morioka, T. (2009). Comparative analysis of socio-economic and environmental performances for Chinese EIPs: case studies in Baotou, Suzhou, and Shanghai. *Sustainability Science*, 4(2), 263-279. doi:10.1007/s11625-009-0078-0
- Zhu, Q., Geng, Y., Sarkis, J., Lai, K. (2011). Evaluating green supply chain management among Chinese manufacturers from the ecological modernization perspective. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(6), 808-821. doi:10.1016/j.tre.2010.09.013

Recebido: 30 jun. 2020

Aprovado: 30 jun. 2020

DOI: 10.20985/1980-5160.2020.v15n2.1656

Como citar: Gureva, M.A., Deviatkova, Y.S. (2020). Formação do conceito de uma economia circular. *Revista S&G* 15, 2, 156-169. <https://revistasg.emnuvens.com.br/sg/article/view/1656>