

A Economia Circular e o Papel da Mineração

Circular Economy and the Role of Mining

Ana Cristina Ribeiro Duthie

Bolsista PCI, Psicóloga, M. Sc., P. Grad. Economia

Fernando Lins

Supervisor, Engenheiro Metalúrgico, D. Sc.

Resumo

Neste estudo preliminar pretendeu-se trazer a abordagem da Economia Circular (EC) ao raio de ação da Mineração, para analisar desafios e oportunidades numa possível transição ao novo paradigma. A EC tem sido vista como uma alternativa em potencializar o uso de recursos e se constitui em contraposição à tradicional economia linear, baseada no modelo extrair>produzir>usar>descartar. Este modelo negligenciou os custos e impactos ao meio ambiente e à saúde coletiva, desconsiderando a finitude dos recursos naturais que impactariam a produção. A EC busca integrar custos e valor ao meio ambiente e aos recursos, propondo um sistema onde os materiais e produtos circulem pelo maior tempo possível pelas cadeias produtivas. Como a mineração encontra-se na base da cadeia técnica, gerando insumos para diversos processos produtivos, este estudo inicial buscou refletir sobre possíveis impactos que a adoção dos princípios de EC pode ter na indústria de mineração brasileira. Verificou-se que há iniciativas da União Europeia (UE) e da China em termos de políticas públicas; assim como práticas em EC no âmbito nacional e internacional que poderiam impactar ou serem aplicadas à mineração. Há lacunas a serem exploradas em futuros desdobramentos deste estudo.

Palavras chave: Economia Circular; Mineração; Sustentabilidade; Consumo; Recursos.

Abstract

This preliminary study intends to bring the Circular Economics (CE) approach within the scope of Mining to analyze challenges and opportunities in a possible transition to the new paradigm. CE has been seen as an alternative in potentializing the use of resources and it is a conception constituted in opposition to the traditional linear economy (LE), based on the model extract>make>use>throw. LE neglected the costs and impacts to the environment and to collective health, disregarding the finitude of natural resources that would impact production. CE seeks to integrate costs and value to the environment and resources, proposing a system where materials and products circulate as long as possible through production chains. Since mining is at the base of the technical chain, generating inputs for several production processes, this initial study sought to reflect on the possible impacts that the adoption of CE principles may have on the Brazilian mining industry. Initiatives by the European Union (EU) and China in terms of public policies applied to CE were found; and practices in CE at national and international levels that could impact mining. There are gaps of knowledge to be explored in future research.

Key words: Circular Economy; Mining; Sustainability; Consumption; Resources.

1. Introdução

A Economia Circular (EC) tem sido vista como uma alternativa em potencializar o uso de recursos na economia e se constitui em contraposição à tradicional economia linear (EL), baseada no modelo extrair>produzir>usar>descartar. Na abordagem tradicional e linear, o crescimento econômico com o indicador baseado no aumento do produto interno bruto é interpretado como sinal de bem-estar e qualidade de vida da população em geral pela correlação estabelecida com o acesso a bens de consumo. Mas o mesmo modelo não leva em conta os custos e impactos ao meio ambiente e à saúde coletiva devido a sua forma de encarar os bens e recursos como dados e inesgotáveis. Isto é, os recursos naturais não são precificados.

Enquanto o modelo tradicional não considera a finitude dos recursos naturais que impactam diretamente a produção, o modelo circular os integra e propõe resgatá-los num sistema regenerativo de produção que se baseia num modelo conceitual e prático em que o valor dos produtos, materiais e recursos se mantém na economia pelo maior tempo possível, pois que estes retornam ao ciclo produtivo, mesmo que em outras cadeias. O modelo da circularidade visa, desse modo, diminuir a necessidade de extração de recursos e reduzir ou zerar a geração de resíduos (WRAP, 2016). Com efeito, resíduo é considerado no modelo de EC como uma falha de concepção (SANTIAGO, 2017), e o produto novo não é visto como *a boa opção*. Torna-se assim evidente que o movimento em direção à EC exigirá mudanças na cultura organizacional, acarretando em mudanças nos processos produtivos em geral, da mineração inclusive. A EC propõe um modelo de “fazer-e-refazer/usar-e-reusar” os recursos e produtos em formas inovadoras e mais eficientes de produzir e consumir, tal como já destacado pela Comissão Europeia no plano de ação para o Comitê Econômico e Social Europeu (COM, 2015).

O modelo básico da EC é ilustrado no diagrama de borboleta (figura 1) proposto pela *Ellen MacArthur Foundation* (EMF).

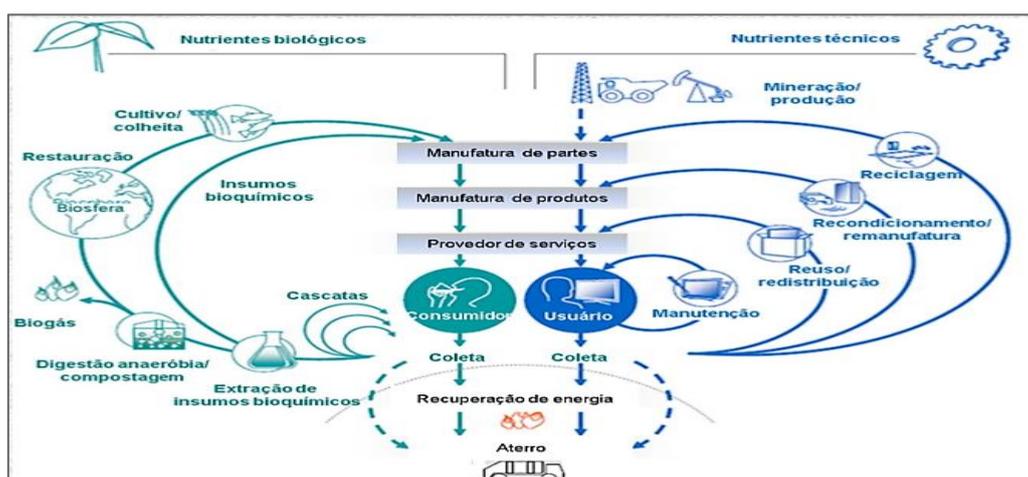


Figura 1. Diagrama de Borboleta. Fonte: XAVIER & CORRÊA (2013), traduzido da EMF (2013a).

O diagrama demonstra as possibilidades de retroalimentação produtiva propostas pela EC, onde os princípios de primar pela manutenção, reuso, remanufatura, reciclagem, reaproveitamento, quebra de materiais em recursos orgânicos estão representados. Do lado esquerdo do diagrama podem ser observados os insumos biológicos, e do lado direito os insumos técnicos; e a mineração gerando insumos, na base da cadeia técnica.

Haja vista que a EC é essencialmente pragmática, no sentido de primar por resultados efetivos em conjunção com sua proposta conceitual, esta pesquisa buscou acessar e organizar informações de bancos de dados da *Ellen MacArthur Foundation* (EMF) quanto à adoção de práticas de EC em diversos segmentos industriais, assim como os do *Circular Economy Club* (CEC). Tais organizações têm como finalidade divulgar e facilitar a implantação da EC no mundo. Pretendeu-se assim, a partir dos estudos de caso, buscar possíveis analogias com a indústria mineral, já que, pelo ineditismo da temática, existe pouca experiência em EC no Brasil, enquanto no âmbito global já despontaram iniciativas há mais tempo. Ainda que inovativa em tornar tangíveis os resultados de “boas práticas” (ISO 14001; ISO 26000) aplicadas a processos produtivos, a abordagem da EC se baseia em alguns conceitos e escolas de pensamento que já existem há algum tempo, como a Ecologia Industrial; o *Cradle to Cradle* (De berço a berço); e Biomimética (EMF, 2013a). Por vezes algumas das práticas encontradas em estudos de casos estão alinhadas com os princípios de EC, embora nem sempre haja alusão direta ao termo EC, mas a princípios e modelos que lhe viabilizam ou servem de base.

Potočnik aponta a necessária “transição para um novo modelo econômico que desacopla o crescimento econômico do uso de recursos e os usa de forma mais responsável” (WCEF 2017). Trata-se do efeito de mudanças sociais que também se refletem no comportamento do consumidor, os quais têm exigido melhores práticas nos processos produtivos e de mercado usando seu poder de consumo para provocar mudanças. Eis o que os selos de certificação como ISO (*International Standardization Organization*) e *Fairtrade* já detectaram, e que já sublinhamos em trabalhos anteriores (Ribeiro-Duthie & Lins, 2017; Ribeiro-Duthie *et al.*, 2017).

A EC pretende promover o crescimento dos negócios e o retorno dos investimentos, porém de acordo com os princípios da “circularidade”. Isto significa que no mesmo passo em que há o investimento na produção com potencial redução de custos e aumento do lucro, é gerado valor para as comunidades com a geração de mão-de-obra, poupa-se o meio ambiente, e protegem-se ecossistemas remanescentes. O modelo de EC não desconsidera o lucro, ao contrário, pretende encontrar saídas econômicas para o dispendioso efeito em longo prazo de se ter considerado os recursos naturais como infinitamente disponíveis e gratuitos no ponto de partida do processo de industrialização. Como Stahel (2017) destaca, uma transição a este modelo foi considerada pelo Clube de Roma com potencial para reduzir as emissões de gases do efeito estufa em 70% e fazer crescer a demanda por força de trabalho em 4% (STAHHEL, 2017, p. 3). Para tal, faz-se necessário repensar os modelos de produção e consumo vigentes, bem como os modelos de negócios e gerir as mudanças necessárias.

2. Objetivos

Pesquisar e estudar a proposta do modelo de Economia Circular (EC), segundo a qual os produtos, materiais e recursos se mantêm em circulação por sistemas produtivos pelo maior tempo possível. Neste novo paradigma, qual seria o papel da mineração, já que a mesma se propõe a gerar insumos a partir de recursos brutos e finitos?

Conhecer as iniciativas da indústria (de mineração, inclusive) em adotar os princípios e métodos da EC para analisar os possíveis impactos da adoção de princípios da EC ao setor mineral brasileiro.

3. Materiais e Métodos

- Levantamento bibliográfico, revisão de literatura, incluindo estudos de caso.
- Visita aos bancos de dados relacionados à EC da Fundação Ellen MacArthur e do Clube de Economia Circular.
- Visita aos bancos de dados relacionados à Economia Mineral, como o Sumário Mineral (DNPM) e *United States Geological Survey* (USGS) – dada a sua atualização, rigor metodológico e completude de informações.
- Análise comparativa entre países produtores-exportadores e países produtores-importadores de recursos minerais quanto aos possíveis impactos da adoção da EC à mineração no Brasil.
- Uso do diagrama proposto pela EMF para reflexão sobre a indústria da mineração.

4. Resultados e Discussão

Refletindo a partir do diagrama de borboleta (EMF, 2013a) encontramos a proposta de Lèbre *et al.* (2017) de aplicação de princípios de EC à mineração a partir dos processos metalúrgicos. Notou-se, contudo, que já existem práticas dentro da própria cadeia produtiva da mineração, para otimizar seus processos. Observou-se também que o uso da terminologia EC é incipiente no Brasil, e alguns experimentos da mineração ou relacionados ao setor, tanto no âmbito internacional quanto nacional, talvez possam ser associados ao novo modelo paradigmático estudado. A seguir são listadas algumas iniciativas encontradas por países.

A Suécia reduziu em 50% o imposto sobre vendas de produtos consertados para reutilização e tornou deduzida de imposto as despesas trabalhistas relacionadas a estes serviços (STAHLE, 2014). Na Austrália, foi criado o projeto *Wealth from Waste* (Riqueza de Restos) para otimizar a reciclagem e reuso de resíduos; como também o Mapeamento de Minas Urbanas com indicadores Proxy e SIG, para antecipar e precisar possíveis fontes secundárias de metais e minerais (CSIRO, 2015). Estudos iniciais sobre EC e mineração reconhecem o valor da reciclagem e reuso de metais, mas pesquisadores australianos ressaltam a necessidade de desenvolvimento de soluções técnicas para viabilizar o reuso de minerais (GOLEV, LÈBRE & CORDER, 2017, p.6). Tais autores destacam a necessidade de resolver a

possível sobreposição de ciclos de vida de metais ao longo de diferentes setores industriais num cenário de EC, para se evitar a sobretaxação de materiais reutilizados. Outras iniciativas estão destacadas na figura 2, com práticas sendo desenvolvidas no cenário da mineração internacional e nacional (CSIRO, 2015; CEC, 2017; CETEM-Mineralis, 2017; EMF, 2017a; entrevistas com pesquisadores) e que apontam para possibilidades de sintonia entre a mineração e os princípios da EC.

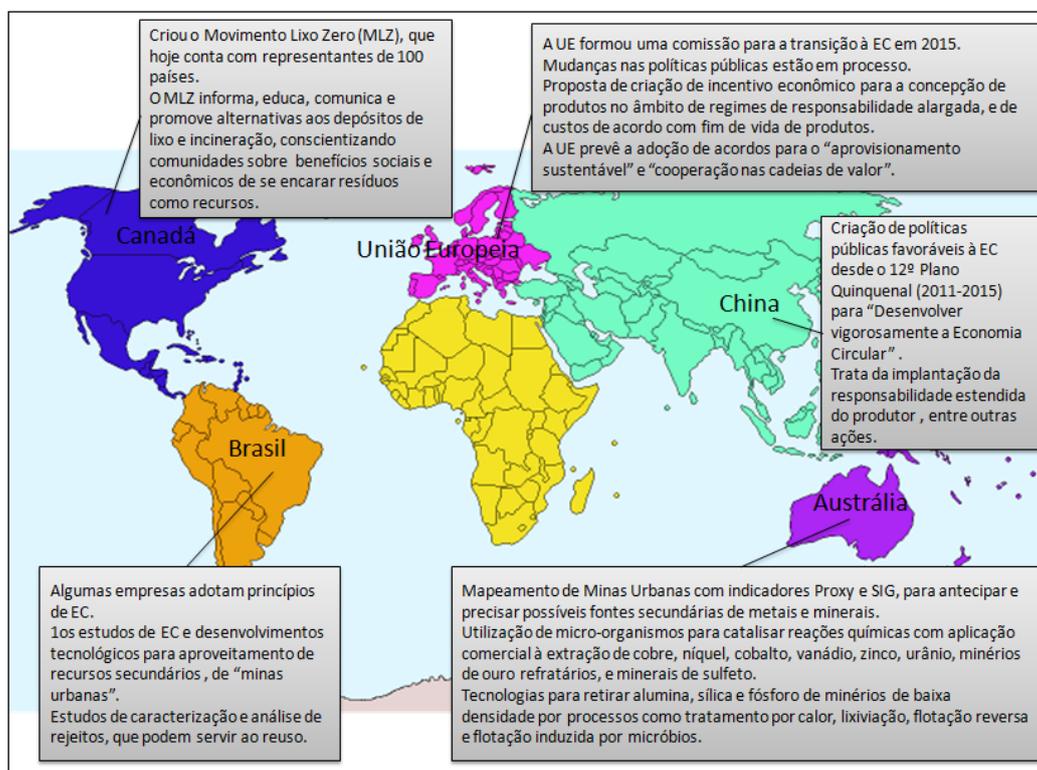


Figura 2. Iniciativas relacionadas à mineração em sintonia com princípios de EC.

Com o levantamento de dados de produção mineral dos últimos anos, percebeu-se que os países da União Europeia (UE), na dianteira para a transição à EC, são também os que mais importam de alguns dos principais produtores de bens minerais, como China, EUA, Canadá, Austrália, Brasil (USGS, 2017). Num contexto macroeconômico, países europeus são em grande parte membros da OECD e podem ter peso em decisões no mercado internacional. Os mesmos têm se preocupado em financiar e desenvolver pesquisa em tecnologias e capacitação para desmonte de peças, e reaproveitamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, ou REEE (RIBEIRO-DUTHIE & LINS, 2017). Embora o Brasil tenha se antecipado com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, de 2010, o parágrafo que trata exatamente dos REEE ainda aguarda resolução.

O Brasil tem produção significativa de minérios. Num contexto de EC, como e em que extensão o setor no país poderia ser impactado? Tendo abundância de mão-de-obra, tendo avançado em regulações de resíduos sólidos, tendo acesso a conhecimento de reaproveitamento de resíduos da mineração, e sendo o segundo país que mais gera REEE no mundo, de acordo com a Universidade das Nações Unidas

(UNU, 2014) – não seria oportuno inovar na aplicação de conhecimento e pesquisa para possibilidades de transição à EC? Trata-se de um investimento que países da UE e EUA já têm realizado, e resultados nesse sentido estão destacados na figura 3.

Sabe-se que a geração de resíduos e disposição de rejeitos é fator crítico da mineração, e pode ser extremamente custoso e danoso aos ecossistemas naturais – o que a Samarco de Mariana trouxe à tona. Como alguns trabalhos desenvolvidos no Brasil podem se alinhar com princípios de sustentabilidade, talvez haja uma confluência de variáveis a favorecer um papel pró-ativo para o a mineração brasileira na transição a um cenário de EC.

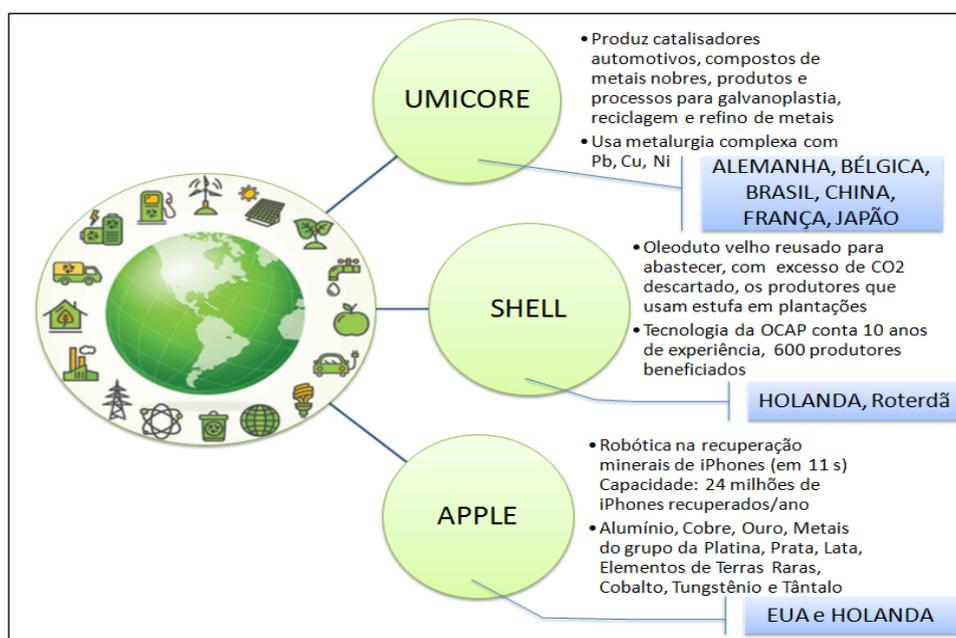


Figura 3. Síntese de resultados de Estudos de Caso. Fonte: CEC. Imagem: Planeta Recicla (2015).

Entende-se que a EC pode ser uma alternativa não somente ao modelo de EL, mas também à ineficácia e falta de pragmatismo percebida das medidas existentes para realizar ações em sustentabilidade no sentido forte do termo, tal como Hobson (2016) já apontou. Percebe-se o foco em resultados mais tangíveis no modelo de EC.

5. Considerações finais

Essa pesquisa inicial permite algumas considerações que nortearão a continuação do trabalho. Na mineração, a inovação contínua para aumentar a produtividade e o desenvolvimento de novos processos e produtos é um requisito indispensável para a competitividade das empresas. E é imprescindível também para a redução do impacto ambiental da mineração. Com efeito, podemos citar práticas da mineração que permitiriam diálogo com a EC nas várias etapas do seu processo produtivo:

- Exploração ou prospecção mineral: uma atitude mais pró-ativa no sentido de aumentar a efetividade dessa atividade pré-mineração, com a quantificação de outros minerais/metais de interesse econômico além do alvo inicialmente motivador.
- Lavra mineral: aproveitamento econômico dos estéreis de lavra como insumo de outras atividades produtivas.
- Beneficiamento de minérios: aproveitamento dos rejeitos finais em outras atividades produtivas.

Evidentemente que a rigidez locacional da jazida nem sempre possibilita o aproveitamento econômico dos recursos lavrados, por meio da utilização dos resíduos em outras indústrias (simbios e industrial) devido a grandes distâncias. Talvez no futuro isso já esteja presente no planejamento de um novo empreendimento mineiro. Essas considerações valem também para os setores a jusante que compõem o setor mineral, ou seja, a metalurgia e a fabricação de produtos não metálicos (cimento, cerâmicas). Na metalurgia (siderurgia e metalurgia dos metais não ferrosos), o reuso e a reciclagem do aço e dos metais Cu e Al, por exemplo, tende a aumentar, em sintonia com a EC. A utilização dos resíduos desses setores em outras indústrias tenderia a crescer. A gestão eficiente da água também é prioritária, tratando os efluentes e maximizando a recirculação. Os princípios da EC também sugerem a recuperação/recondicionamento e reuso de equipamentos, ou eventualmente sua utilização por outra empresa em estágio tecnológico menos avançado. Esse aspecto deverá estar na agenda dos fabricantes de equipamentos para o setor mineral, na fase de concepção e design, o que pode exigir a revisão de seus atuais modelos de negócios. Também é relevante considerar os efeitos de incentivo/tributação para acelerar a EC na mineração, por exemplo, no aproveitamento de resíduos já gerados.

Por fim, as barreiras na mudança de comportamento social para disposição adequada de produtos descartados, ou no consumo de produtos reparados, reaproveitados, remanufaturados são um campo a ser desenvolvido. O tema parece ser uma linha de pesquisa promissora para melhor entender e assimilar a EC e seus efeitos potenciais na indústria mineral e na sociedade como um todo. Portanto, refletir sobre as possibilidades de transição da indústria mineral brasileira dentro do paradigma da Economia Circular configura-se como um desafio conceitual e prático, com grandes oportunidades, já que é um caminho ainda inexplorado.

6. Agradecimentos

Ao CNPq e ao CETEM pela Bolsa PCI e pela infraestrutura para realizar esta pesquisa. Ao Dr. Fernando Lins e a Dra. Lucia Xavier pela supervisão e apoio. Ao pesquisador Glen Corder (SMI, na Austrália) pela abertura ao diálogo com nosso centro de pesquisa a respeito do tema EC e mineração. A todos os pesquisadores da casa pelas trocas constantes. E agradeço também a todo o corpo administrativo do CETEM/MCTIC.

7. Referências Bibliográficas

- CEC-Circular Economy Club. **Circular Economy knowledge club**. 2017. Disponível em: <https://www.circulareconomyclub.com/circular-economy-knowledge-hub/>>. Acesso em 18 ag. 2017.
- COM – Comissão Européia. **Fechar o ciclo: plano de ação da UE para a Economia Circular**. Comunicação da Comissão Européia ao Parlamento Europeu, Bruxelas: Comissão Européia, 2015, 24 p.
- CSIRO – Commonwealth Scientific and Industrial Research. **More from less: getting the most from Australian ores**. In Resourceful, issue 7, 2015, 21 p.
- EMF. **A Circular Economy in Brazil: an initial exploration**. Ellen MacArthur Foundation Publishing, 2017a, 31 p.
- EMF. **A new dynamic: Effective business in a circular economy**. Ellen MacArthur Foundation Publishing, 2013a.
- GENG, Yong & DOBERSTEIN, Brent. **Developing the Circular Economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'**. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, vol. 15, 2008, p. 231-239.
- GOLEV, A., SCHMEDA-LOPEZ, D., SMART, S., CORDER, G., MCFARLAND, E. **Where next on e-waste in Australia?** In Waste management, vol. 58, 2016, p. 348-358.
- HOBSON, K., 2016. **Closing the loop or squaring the circle? Locating generative spaces for the circular economy**. Progress in Human Geography, 40(1), p.88-104.
- LÈBRE, Éléonore, CORDER, Glen, GOLEV, Artem. **The role of the mining industry in a Circular Economy**. Journal of Industrial Ecology, vol. 0. Yale University, 2017.
- LINS, Fernando F. **A riqueza do 'sobressolo' – editorial em Inovação e Tecnologia Mineral**. Mineração & Sustentabilidade, Maio-Jun 2015.
- LITTLEBOY, Anna, COOKSEY, Mark, MCGREGOR, Kathie. **Shifting Sands: the circular economy and its implications for natural resources supply and demand**. 7th Regional 3R Forum in Asia and the Pacific, November 2-4, 2016, Adelaide, SA, Australia.
- RIBEIRO-DUTHIE, A. C., LINS, F. A. **A Economia Circular e sua relação com a Mineração**. Brasil Mineral, Set, 2017 (prelo).
- RIBEIRO-DUTHIE, A. C. et al. **Sustainable development opportunities within corporate social responsibility practices from LSM to ASM in the gold mining industry**. Mineral Economics, vol. 30, Issue 2, May 2017, p. 141-152.
- SANTIAGO, Luísa. **Economia Circular – CETEM**. Slides de apresentação. Rio de Janeiro: CETEM-MCTIC/EMAF, Abril, 2017, 29 p.
- STAHEL, Walter. **Economy without waste: what are the challenges and opportunities of moving towards a circular economy?** Sustainable Goals, March, 2017.
- USGS – United States Geological Survey. **Mineral Commodities Summary**. US Department of Interior/USGS: 2017, 206 p.
- UNU-UNITED NATIONS UNIVERSITY. **The global e-waste monitor 2014: quantities, flows and resources**, 2014.
- XAVIER, Lucia Helena, CORRÊA, Henrique Luiz. **Sistemas de Logística Reversa: criando cadeias de suprimento sustentáveis**. São Paulo: Atlas, 2013.
- WCEF-World Circular Economy Forum. **Summary of The World Circular Economy Forum 2017**, vol. 208, n. 20, 2017.
- WRAP - Waste & Resources Action Program. **Waste and Resources Action Plan and the Circular Economy**, 2016.